

Основана в 1947 году
Выпуск 1186

И.Н.Сидоров
С.В.Скорняков

Трансформаторы бытовой радиоэлектронной аппаратуры

Справочник



Москва
«Радио и связь»
1994

ББК 32.844
С 34
УДК 621.372.632(03)

Федеральная целевая программа книгоиздания России

Рецензент: К. А. Виноградов

Сидоров И. Н., Скорняков С. В.
С 34 Трансформаторы бытовой радиоэлектронной аппаратуры: Справочник.— М.: Радио и связь, 1994.— 320 с.: ил.— (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1186).

ISBN 5-256-00821-8.

Приведены электромагнитные параметры и конструктивные размеры малогабаритных силовых трансформаторов электропитания бытовой РЭА, трансформаторов, работающих в импульсном режиме, трансформаторов строчной и кадровой разверток телевизоров, трансформаторов согласования, выходных трансформаторов звуковой частоты радиоприемной и звуковоспроизводящей аппаратуры.

Рассмотрены вопросы эксплуатации трансформаторов в условиях внешних воздействующих факторов. Даны сведения, необходимые для ремонта трансформаторов. Описаны применяемые электромагнитные материалы.

Для широкого круга радиолюбителей.

С $\frac{2302020200-002}{046(01)-94}$ КБ-52-153-92 ББК 32.844

Справочное издание

Массовая радиобиблиотека

Выпуск 1186

СИДОРОВ Игорь Николаевич, СКОРНЯКОВ Сергей Викторович

ТРАНСФОРМАТОРЫ БЫТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Справочник

Руководитель сектора МРБ И. Н. Суслова Редактор О. В. Воробьева
Художественный и технический редактор Т. Н. Зыкина
Корректор З. Г. Галушкина

ИБ № 2358

ЛР № 010164 от 04.01.92

Сдано в набор 17.02.93. Подписано в печать 18.10.93 г. Формат 84×108[1]/16. Бумага газетная. Гарнитура таймс. Печать офсет. Усл. печ. л. 33,6. Усл. кр.-отт. 34,23. Уч.-изд. л. 42,87. Тираж 25 000 экз. Изд. № 23 310. Зак. № 343. С-002

Издательство "Радио и связь". 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат
142300, г. Чехов Московской обл.

ISBN 5-256-00821-8

Предисловие

В справочнике приведены сведения о трансформаторах, выпускаемых промышленностью. Технико-эксплуатационные характеристики и другие сведения о трансформаторах подготовлены на основе данных государственных стандартов, межведомственных документов и технических условий.

Следует отметить, что справочник не заменяет технические условия и государственные стандарты, устанавливающие требования к изделиям и определяющие их качество.

В справочнике приведены классификация трансформаторов, система их условных обозначений, основные электрические параметры и изложены вопросы применения и эксплуатации. Особое внимание уделено нормам механических, климатических, биологических и других видов воздействующих факторов, реально существующих при эксплуатации трансформаторов в качестве самостоятельных сборочных единиц и в составе функциональных блоков радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Информационный материал содержит также сведения о назначении, габаритных и присоединительных размерах, маркировке, основных параметрах и режимах их измерения, предельных эксплуатационных данных и их зависимостей от электромагнитных и температурных условий эксплуатации трансформаторов.

В процессе производства трансформаторов в техническую документацию часто вносят различные изменения, касающиеся электромагнитных параметров и эксплуатационных режимов их работы, поэтому приведенные в справочнике данные, следует использовать преимущественно для выбора необходимого трансформатора. Применение конкретного типоразмера трансформатора при разработке и эксплуатации РЭА должно производиться в строгом соответствии с техническими условиями на него.

В научно-технической литературе приведены данные о влиянии различных воздействующих факторов, в том числе температуры, повышенного и пониженного давления на выбор оптимальных соотношений при проектировании и расчете трансформаторов. Установлено влияние температуры перегрева магнитопроводов, а также обмоток на эксплуатационные и рабочие характеристики, зависящие от многих факторов: качества магнитного материала; потерь в магнитопроводе и обмотках, соотношения этих потерь; температуры окружающей среды; коэффициента заполнения; технологии изготовления; конструктивного исполнения; места установки в РЭА; способа и площади крепления на шасси; температурного контактного сопротивления между шасси и трансформатором и др. Последовательный теоретический расчет трансформаторов с учетом современной элементной базы, а также магнитопроводов, приведенных в справочнике, позволяет оптимизировать их параметры в целом.

Введение

Бытовая РЭА, аппаратура средств связи, а также разнообразная электронная аппаратура промышленного назначения и входящие в нее функциональные блоки, узлы и модули касыщены электромагнитными устройствами, и в первую очередь трансформаторами различных типов. В большинстве случаев трансформаторы определяют основные технические характеристики этих изделий: надежность, точность, устойчивую работу в различных климатических условиях и др. Поэтому к их изготовлению и выбору магнитопроводов, обмоточных проводов и материалов для них предъявляются специальные жесткие технические требования, позволяющие обеспечивать надежную эксплуатацию. Материалы, из которых изготавливают магнитопроводы и сердечники для трансформаторов, должны обладать высокой магнитной проницаемостью в сильных электрических полях, имеющих переменные значения; малыми потерями на вихревые токи и перемагничивание; высокой технологичностью при изготовлении; невысокой стоимостью и др.

Конструкция трансформаторов определяется соотношениями геометрических размеров, способами изготовления, в некоторых случаях числом фаз переменного тока, а также применяемым магнитопроводом. Высокие качественные характеристики магнитопроводов полностью зависят от применяемого магнитного материала. Например, электротехническая сталь или другой ферромагнитный материал должны иметь большую индукцию насыщения, малые потери и высокую проницаемость в сильных магнитных полях. В зависимости от технологии изготовления магнитопроводов трансформаторы подразделяют на броневые, стержневые, ортогональные, трехфазные, тороидальные и др.

Учитывая многообразие терминологических понятий и определений, встречающихся в периодической и нормативно-технической литературе, авторы в разделе "Общие сведения" специально останавливаются на этом вопросе. Например, часто встречается термин "магнитная система", заменяющий понятие "магнитопровод".

Трансформаторы малой мощности и специальные трансформаторы для бытовой РЭА включают такие типы, как сухие силовые трансформаторы и автотрансформаторы общего назначения, однофазные и трехфазные трансформаторы мощностью не более 5 кВ·А, включаемые в сеть переменного тока с частотой 50 или 60 Гц с номинальным напряжением до 1000 В; однофазные сухие трансформаторы мощностью 63 В·А и автотрансформаторы мощностью от 250 до 1000 В·А, включаемые в сеть переменного тока с номинальной частотой 50 Гц и номинальным напряжением 127 и 220 В; однофазные трансформаторы питания электронной аппаратуры на напряжение до 1000 В промышленной и повышенной частоты мощностью до 1000 В·А; сухие однофазные понижающие встраиваемые трансформаторы серии ОСМ мощностью до 4 кВ·А, исполнений У, Т и УХЛ, предназначенные для питания

цепей управления РЭА; трансформаторы питания с эффективным выходным номинальным напряжением не более 380 В, предназначенные для использования в телевизионных и радиовещательных приемниках, магнитофонах, видеомагнитофонах, электрофонах и другой бытовой РЭА, работающей от электрической сети частотой (50±0,5) Гц; трансформаторы тока и напряжения; трансформаторы строчной и кадровой разверток; трансформаторы выходные, согласующие и др.

Надежная работа трансформаторов всех типов обеспечивается правильным выбором условий эксплуатации. Телевизионные и радиовещательные приемники, радиолы, магнитолы, тюнеры, электрофоны и др., имеющие в своем составе разнообразные трансформаторы, эксплуатируются в различных климатических зонах по установленным в соответствующих стандартах нормам. Исполнения трансформаторов для различных климатических районов, категории изделий, нормальные значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации и испытаниях, требования к трансформаторам в части видов воздействующих факторов внешней среды, использование изделий в исполнении для умеренного климата в районах с тропическим или холодным климатом, а также применение трансформаторов на высотах больших, чем нормальная, приведены в первой главе справочника в соответствии с ГОСТ 15150–69. Трансформаторы сохраняют свои параметры после воздействия механических и климатических факторов, виды и значения которых установлены ГОСТ 16962–71. Нормы механических и климатических воздействий изделий в климатическом исполнении УХЛ по ГОСТ 15150–69 установлены ГОСТ 11478–88. Условия эксплуатации в части воздействия климатических факторов внешней среды трансформаторов в исполнениях для различных климатических районов страны определены ГОСТ 15543–70. Классификация трансформаторов по условиям применения и требования для каждой классификационной группы по механическим (синусоидальной вибрации и механическому удару) и климатическим (температуре окружающей среды, повышенной влажности и атмосферному пониженному давлению) воздействиям установлена ГОСТ 25467–82Е.

Одним из наиболее ответственных элементов конструкции любого трансформатора является магнитопровод, который определяет, в свою очередь, основные электромагнитные характеристики трансформаторов: надежность, долговечность, добротность. В зависимости от марки магнитного материала и технологии изготовления магнитопроводы трансформаторов подразделяются на ленточные, пластинчатые, прессованные и литые. Пластинчатые магнитопроводы собирают из пластин, изготавливаемых, как правило, штамповкой. Для уменьшения потерь на вихревые токи пластины изолируют друг от друга. Для улучшения характеристик и восстановления магнитных свойств магнитного материала после штамповки пластины отжигают при температуре 500 °С.

Изготавливают пластинчатые магнитопроводы сборкой пластин встык или внахлёст. При сборке встык все пластины складывают вместе и располагают одинаково. Магнитопровод в этом случае состоит из двух частей, скрепленных вместе. При наборе магнитопровода встык сборка и разборка трансформатора значительно упрощается, но на месте стыка необходимо устанавливать изоляционную прокладку с большим магнитным сопротивлением, так как в противном случае пластины ярма и стержни могут оказаться коротко замкнутыми.

Замыкание пластин между собой вызывает увеличение вихревых токов и приводит к нагреву стали в месте стыка. Сборка пластин внахлест уменьшает магнитное сопротивление, поскольку пластины прилегают друг к другу, но сборка и разборка трансформатора при этом несколько усложняется. При сборке внахлест пластины чередуют так, чтобы у соседних пластин разрезы были с разных сторон магнитопровода. После сборки пластинчатый магнитопровод трансформатора стягивают болтами или шпильками, которые изолируют от пластин магнитопровода, чтобы предотвратить образование короткого замыкания магнитопровода или ее части.

Магнитопроводы ленточного типа изготавливают из калиброванной стальной ленты так, чтобы направление магнитных силовых линий совпадало с направлением проката данной ленты. При изготовлении такого магнитопровода ленту навивают на специальную оправку, а затем отжигают. При навивке ленты на оправку предусматривается изоляция ленты для предотвращения ее спекания во время отжига. Специальные изолирующие и склеивающие составы для ленты выдерживают высокую температуру отжига, который, как правило, проводится в вакууме при температуре 1050...1100 °С. Ленточные магнитопроводы собирают встык. Для уменьшения магнитного сопротивления торцевые поверхности мест стыковки магнитопровода шлифуют. По сравнению с пластинчатыми магнитопроводами ленточные более экономичны в производстве. Масса ленточных магнитопроводов на 20...30 % меньше пластинчатых, а сборочные операции значительно технологичнее.

Геометрическая форма и конструкция ленточных и пластинчатых магнитопроводов определяют их наименования и обозначения: броневые магнитопроводы обозначают буквой Ш и называют Ш-образными; стержневые магнитопроводы называют П-образными; кольцевой магнитопровод обозначают буквой О и называют тороидальным или О-образным; трехфазные магнитопроводы – Е-образные; ортогональные магнитопроводы обозначают буквами ОПЛ. Для отличия ленточных магнитопроводов от пластинчатых первым добавляется буква Л, например: ШЛ, ПЛ, ОЛ, ЕЛ.

В книге приведены технические характеристики и параметры существующих и практически применяющихся в промышленности магнитопроводов. В соответствующих таблицах даны основные размеры конструкций магнитопроводов, а также основные параметры, необходимые для расчетов. К ним относят: окно магнитопровода (пространство, ограниченное ближайшими поверхностями двух соседних стержней и двух торцевых ярм или поверхностями стержня, двух торцевых частей и боковой части бокового ярма); высота окна магнитопровода (расстояние между двумя торцевыми ярмами, измеренное по линии, параллельной продольной оси стержня, и равное высоте стержня); ширина окна магнитопровода (расстояние между двумя соседними стержнями и боковым ярмом, измеренное по линии, перпендикулярной их продольным осям); межосевое расстояние стержней (расстояние между продольными осями стержней магнитопровода); коэффициент заполнения окна магнитопровода (соотношение суммарной площади поперечного сечения металла всех витков в окне магнитопровода к площади окна).

Варианты конструктивных исполнений трансформаторов приведены в соответствующих главах справочника.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

A – расстояние между осями отверстий (установочные и присоединительные размеры), мм
A_L – коэффициент индуктивности (индуктивность на один виток), Гн/(вит)^2
a – ширина стержня магнитопровода, мм
B – ширина трансформатора, мм
B – магнитная индукция, Тл
B_{max} – максимальная магнитная индукция, соответствующая вершине данной гистерезисной петли, Тл
B_r – остаточная индукция, Тл
B_s – магнитная индукция при насыщении, Тл
в – ширина магнитопровода, мм
C – электрическая емкость, Ф
$C_к$ – резонансная емкость, Ф
c – ширина окна магнитопровода, мм
D – наружный диаметр тороидального трансформатора (наружный диаметр магнитопровода), мм
E – модуль Юнга
E_1 – ЭДС первичной обмотки трансформатора, В
E_2 – ЭДС вторичной обмотки трансформатора, В
E_s – площадь поперечного сечения магнитопровода, мм
f – частота тока, Гц
$f_{кр}$ – критическая частота, Гц
f_r – резонансная частота, Гц
f_c – частота сети питания, Гц
$f_{\sim}$ – частота пульсации выпрямленного напряжения, Гц
G – масса, кг
$G_{ст}$ – масса магнитопровода, кг
H – высота трансформатора, мм
H – напряженность поля, А/м
H_a – амплитудное значение синусоидального магнитного поля, А/м
H_c – коэрцитивная сила, А/м
$H_м$ – напряженность магнитного поля, А/м
$H_{ст}$, h – высота магнитопровода, мм
$H_{м\,max}$ – максимальная напряженность магнитного поля, А/м
h_1 – высота ярма магнитопровода, мм
I – сила электрического тока, А
I – амплитуда импульса тока, А
I_c – коэрцитивный ток, А
I_{ox} – ток холостого хода трансформатора, А
$K_{ок}$ – коэффициент заполнения стали окна магнитопровода, мм
$K_{мм}$ – коэффициент магнитомеханической связи
k_r – коэффициент приведения сопротивления ко вторичной обмотке трансформатора
k_L – коэффициент приведения индуктивности рассеяния ко вторичной обмотке трансформатора
L – длина трансформатора, мм
$L_{ст}$ – длина магнитопровода, мм
L – индуктивность, Гн
n – коэффициент трансформации
$P_{ст}$ – потери мощности в магнитопроводе
$P_г$ – габаритная мощность трансформатора, В·А
$P_{уд}$ – удельные потери в магнитопроводе
P_1, P_2 – мощность первичной и вторичной обмоток трансформатора, В·А
Q – добротность
$Q_м$ – добротность механическая
R – радиус скругления магнитопровода, мм
$R_к$ – тепловое сопротивление катушки трансформатора, Ом
r_1, r_2 – сопротивление первичной и вторичной обмоток трансформатора, Ом
T – температура, °С
T_c – температура окружающей среды, °С
t – длительность импульса, с
$U_к$ – напряжение короткого замыкания трансформатора, В
U_1 – напряжение первичной обмотки трансформатора (действующее значение), В
U_2 – напряжение вторичной обмотки, В
U_c – напряжение сети питания, В
U_r – активное напряжение на обмотках трансформатора, В
w_1, w_2 – число витков первичной и вторичной обмоток трансформатора
$\alpha_T/\mu_н$ – относительный температурный коэффициент начальной магнитной проницаемости
δ – зазор в магнитопроводе, мм
$\delta_п$ – коэффициент потерь на последствие
δ_h – коэффициент потерь на гистерезис
δ_f – коэффициент потерь на вихревые токи
$tg\,\delta_м/\mu_н$ – относительный тангенс угла магнитных потерь
$\Delta\Phi$ – приращение магнитного потока, Вб
ΔR – потери в магнитопроводе
θ – точка Кюри
$\mu_н$ – начальная магнитная проницаемость
$\mu_и$ – импульсная магнитная проницаемость
ρ – удельные потери
$\rho_{ст}$ – удельная намагничивающая мощность, В·А/кг
ω_c – круговая частота сети питания
ТКИ – температурный коэффициент индуктивности
ТКЧ – температурный коэффициент резонансной частоты
Φ – магнитный поток, Вб
Φ_{max} – максимальный магнитный поток, Вб
Φ_z – магнитный поток помехи, Вб

Глава первая

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Малогабаритные трансформаторы, используемые в бытовой РЭА, являются сборочными единицами и относятся к самостоятельным изделиям, которые в соответствии с определением по ГОСТ 2.101–68 изготавливают на предприятии в основном производстве и используют как для собственных нужд предприятия, так и для поставки по договорам. Изготавливаемые промышленностью трансформаторы насчитывают десятки тысяч типоразмеров, большинство из которых изготавливается по конструкторской документации, утвержденной в установленном порядке. Количественные и качественные характеристики трансформаторов подтверждаются ТУ на определенные виды и соответствуют требованиям государственных стандартов. Однако на предприятиях народного хозяйства при изготовлении РЭА и аппаратуры средств связи (АСС) применяют трансформаторы, изготавливаемые по внутриведомственной документации. Такие трансформаторы, а также стационарные силовые трансформаторы в настоящем справочнике не рассматриваются.

Многообразие существующих типов трансформаторов объясняется не только значительным числом вариантов рабочих режимов эксплуатации РЭА и АСС, но и принципиальными функциональными различиями. При этом необходимо иметь в виду, что РЭА, АСС и входящие в них трансформаторы применяются в условиях воздействия разных климатических и механических нагрузок при различных частотах, в магнитных полях с высокой напряженностью. Совокупность всех воздействий не может быть определена одной величиной и поэтому расчет новых типов и типоразмеров трансформаторов является сложной задачей. В определенных случаях применения технические характеристики и основные параметры трансформаторов могут быть самыми различными. Иногда внешние воздействия приводят к значительным уходам электромагнитных параметров и необходимо учитывать, когда это является допустимым. Авторы справочника не преследовали цель дать рекомендации всеобъемлющего характера по применению трансформаторов, а также магнитопроводов, так как сделать это невозможно.

Надежная эксплуатация трансформаторов в составе РЭА обеспечивается лишь при строгом соблюдении норм и требований в пределах, установленных стандартами и ТУ. В справочнике приводятся все необходимые данные, обеспечивающие правильный выбор конкретного трансформатора для разрабатываемого или модернизируемого изделия (РЭА, АСС).

Буквенные обозначения основных электромагнитных и физических величин приведены в соответствии с принятыми в государственных стандартах и международных нормативно-технических документах: ГОСТ 1494–77, ГОСТ 8.417–81, РС 4472–74, Публикация МЭК 27–1, Публикация МЭК 27–2, рекомендация ИСО R 31 и др. В соответствии с принятым в нашей стране порядком в обоснованных случаях в отраслях народного хозяйства допускается применение единиц и обозначений, не предусмотренных указанными стандартами. В табл. 1.1 приведены обозначения по ГОСТ 1494–77 и ГОСТ 8.417–81.

В справочнике использованы термины и определения в соответствии с ГОСТ 20938–75, ГОСТ 16110–82, ГОСТ 18685–73, ГОСТ 23871–79, ГОСТ 19880–74, ГОСТ 23413–79, ГОСТ 24375–80, РД 50–14–83, ГОСТ 27.202–83, ГОСТ 18311–80.

Таблица 1.1. **Буквенные обозначения основных электромагнитных величин и параметров по ГОСТ 1494–77 и ГОСТ 8.417–81**

Величина, параметр	ГОСТ 1494–77 обозначение основное (неосновное)	ГОСТ 8.417–81 единицы измерения русское	ГОСТ 8.417–81 единицы измерения международное	Соотношение с единицей СИ
Восприимчивость магнитная	$\varkappa(\chi_m)$			
Давление		Па	Pa	$m^{-1}\cdot kg\cdot s^{-2}$
Дезаккомодация начальной магнитной проницаемости	D			
Добротность	Q			
Емкость электрическая	C	Ф	F	$m^{-2}\cdot kg^{-1}\cdot s^4\times A^2$
Индуктивность собственная	L	Гн	H	
Индуктивность взаимная	$M(L_{mn})$	Гн	H	$m^2\cdot kg\cdot s\cdot A^2$
Индуктивность магнитная	B	Гс	G_s	$10^{-4}\cdot T$
Коэффициент выпуклости гистерезисной петли	γ_1			$\gamma_1=S/4B_{max}\times H_{max}$
Коэффициент магнитного рассеяния	σ			$\sigma=1-\kappa^2$
Коэффициент связи	к			
Коэффициент потерь	$к(\varkappa)$			
Коэффициент трансформации	n			
Коэффициент трансформации трансформатора напряжения	$K(K_U)$			

Окончание табл. 1.1

Величина, параметр	ГОСТ 1494–77 обозначение основное (неосновное)	ГОСТ 8.417–81 единицы измерения русское	ГОСТ 8.417–81 единицы измерения международное	Соотношение с единицей СИ
Коэффициент трансформации трансформатора тока	$К(К_Т)$			
Момент магнитный	m	Вб	$W_в$	
Мощность	P	Вт	W	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Намагниченность	M	А/м	A/m	
Напряженность магнитного поля	H	Э	O_e	$(10^3/4\pi) \cdot A/m$
Проницаемость постоянная магнитная	μ_0			
Проницаемость абсолютная магнитная	$\mu_a(\mu)$	Гн/м	Н/м	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
Поток магнитной индукции, магнитный поток	Ф	Вб	$W_в$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \times A^{-1}$
Плотность магнитного потока	–	Тл	T	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Сила коэрцитивная	H_c			
Сила электродвижущая вдоль замкнутого контура	$F(F_m)$	В	V	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \times A^{-1}$
Ток	I	А		
Угол потерь	δ			
Частота	$f(\nu)$	Гц	Hz	
Частота колебаний угловая	$\omega(\Omega)$			
Электрическое сопротивление	R(r)	Ом	Ω	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \times A^{-2}$
Энергия электромагнитная	W	Дж	J	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Энергия электромагнитная удельная	ω			

1.1. Классификация

Трансформаторы бытовой РЭА классифицируются по следующим главным признакам: условиям применения и эксплуатации, учитывающих требования по стойкости к внешним воздействующим факторам; функциональному назначению, которое определяется видами РЭА; параметрам входной и выходной электрической энергии (рабочее напряжение и частота); конструктивно-технологическим характеристикам, основными из которых являются конструктивные разновидности магнитопроводов и сердечников.

Классификация по условиям применения. Трансформаторы бытовой РЭА по признаку стойкости к механическим факторам подразделяются на группы исполнения и категории по климатическому исполнению. Классификация изделий по условиям применения и требования для каждой классификационной группы по механическим (синусоидальной вибрации и механическому удару) и климатическим (температуре среды, повышенной влажности и атмосферному пониженному давлению) воздействиям приведены в табл. 1.2 и 1.3. Группы исполнения выбирают, исходя из условий применения трансформаторов и достигнутого уровня стойкости в части механических и климатических воздействий. При выборе групп исполнения должны быть обеспечены максимальная степень унификации и минимально возможное число групп исполнения трансформаторов каждого класса. Предпочтительными являются трансформаторы, группа исполнения которых имеет наиболее жесткие требования. Конкретная группа исполнения приводится в ТУ на трансформаторы конкретных классов и типов.

При замене трансформатора, имеющего жесткие характеристики по стойкости к внешним воздействующим факторам, трансформатором с менее жесткими требованиями применяется индивидуальная или общая защита в составе аппаратуры: амортизация, термостатирование, герметизация и т. п., при этом меры индивидуальной или общей защиты изделий в составе РЭА должны обеспечивать возможность применения изделий, изготовленных по пониженным требованиям.

Функциональное назначение. В составе РЭА и АСС трансформаторы могут выполнять определенные функции, предусмотренные схемными решениями. Наиболее широко трансформаторы применяются в устройствах электрического питания радиотехнических устройств: выпрямителях, фильтрах, статических преобразователях, стабилизаторах, регуляторах напряжения и тока, усилителях звуковой частоты. В преобразователях с помощью трансформаторов в цепях переменного тока можно преобразовывать основные параметры электрической энергии: напряжение, ток, частоту, число фаз и форму кривой. Каждое из преобразований обычно осуществляется одновременно с передачей электроэнергии электромагнитным путем в другую электрическую цепь, не связанную непосредственно с той цепью, откуда эта энергия подводится. Передача энергии в трансформаторе возможна не только электромагнитным путем, но и комбинированным (электромагнитно-электри-

Таблица 1.2. **Классификация изделий по условиям применения и требования по стойкости к механическим воздействиям**

Группа исполнения по стойкости к механическим факторам	Синусоидальная вибрация			Механический удар				Характеристика наиболее часто встречающихся условий применения
				многократного действия		одиночного действия		
	диапазон частот, Гц	амплитуда ускорения, м/с²(g)	степень жесткости по ГОСТ 20.57.406-81	пиковое ударное ускорение, м/с²(g)	степень жесткости по ГОСТ 20.57.406-81	пиковое ударное ускорение, м/с²(g)	степень жесткости по ГОСТ 20.57.406-81	
M1	1...35	5 (0,5)	I	150 (15)	I	–	–	В стационарной аппаратуре и приборах, устанавливаемых на неподвижных объектах, а также в аппаратуре и приборах, не имеющих приспособлений для переноски и требующих применения специальных мер защиты при перевозке
M2	1...55	10 (1)	II	150 (15)	I	–	–	В аппаратуре и приборах, работающих на ходу и предназначенных для кратковременной переноски и перевозки
M3	1...55	20 (2)	III	150 (15)	I	–	–	В аппаратуре и приборах, работающих на ходу, устанавливаемых на промышленных передвижных машинах и на неподвижном технологическом оборудовании
M4	1...80	50 (5)	VI	150 (15)	I	–	–	В переносной аппаратуре и приборах, работающих на ходу, и в аппаратуре и приборах, устанавливаемых на сухопутном и водном транспорте
M5	1...200	50 (5)	VIII	400 (40)	II	–	–	В аппаратуре, работающей на ходу, устанавливаемой на тракторах и гусеничных машинах и водном транспорте (быстроходные катера, суда на подводных крыльях и т. п.), а также на технологическом оборудовании и сухопутном транспорте, если частота вибрации превышает 80 Гц
M6	1...500	100(10)	X	400 (40)	II	1500	III	В аппаратуре, устанавливаемой на объектах, имеющих мощные источники вибрации, а также для общего применения в промышленности при условии, что частота вибрации превышает 200 Гц

ческим). Такой тип трансформатора называется *автотрансформатором.* Существуют устройства, в которых трансформатор используется также для передачи электроэнергии электромагнитным путем без ее преобразования. Такой тип трансформатора, применяемый для изоляции одной электрической цепи от другой, называется *изолирующим.*

Следует отметить, что обычно в трансформаторах осуществляется одновременно пробразование не одного, а нескольких перечисленных выше параметров электрической энергии. Например, преобразование напряжения всегда происходит с изменением тока.

По признаку функционального назначения трансформаторы могут быть классифицированы на две группы питания и согласования. В свою очередь, трансформаторы питания малой мощности обычно делят: по напряжению - на низковольтные, высоковольтные и высокопотенциальные; частоте сети питания; числу фаз – на однофазные, трехфазные, шестифазные и т. д.; коэффициенту трансформации – на повышающие и понижающие; числу обмоток – на двухобмоточные и многообмоточные; виду связи между обмотками – на трансформаторы с электромагнитной связью (с изолированными обмотками) и трансформаторы с электромагнитной и электрической

Таблица 1.3. **Классификация изделий по условиям применения и требования по стойкости к климатическим воздействиям**

Климатическое исполнение и категория изделий по ГОСТ 15150-69*	Температура среды, °С				Повышенная относительная влажность				Атмосферное пониженное давление, кПа (мм рт. ст.)	
	повышенная		пониженная		верхнее значение	среднемесячная в наиболее теплый и влажный период		степень жесткости по ГОСТ 20.57.406-81	рабочее	предельное
	рабочая	предельная	рабочая	предельная		значение	продолжительность, мес.			
УХЛ 4; УХЛ 4.2	55...200	60 (для всех исполнений и категорий)	1	−60 (для всех исполнений и категорий)	80 % прн 25°С и более низких температурах без конденсации влагн	65 % при 20°С	12	I	70 (525) или 53,3 (400)	19,4 (145) (для всех исполнений и категорий)
УХЛ 1.1	55...200	60	−10	−60	98 % при 25°С и более низких температурах без конденсации влаги	80 % при 20 °С	2	II	70 (525) или 53,3 (400)	19,4 (145)
УХЛ 3; УХЛ 3.1; УХЛ 2.1			−25				6	III		
УХЛ 1; УХЛ 2			−45		100 % при 25°С и более низких температурах с конденсацией влаги		6	IV		
УХЛ 5.1	55...200	60	−60	−60	98 % прн 25°С и более низких температурах без конденсации влаги	90 % при 20 °С	12	VI	70 (525) или 53,3 (400)	19,4 (145)
В 4.2	55...200	60	1	−60	98 % при 35°С и более низких температурах без конденсации влаги	80 % при 27°С	3	VII	70 (525) илн 53,3 (400)	19,4 (145)
В 4; В 3.1; Т3; Т 3.1	70...200		−10				12	VIII		
В 1.1; Т 1.1			−25			90% при 27°С	4	XI		
В 2.1; В 5.1; Т 2.1; Т 5.1			−45				12	X		
В 1; Т 1; В 2; Т 2; В 5; Т 5	70...200	60	−60	−60	100 % при 35°С и более низких температурах с конденсацией влаги	90% при 27°С	12	IX	70 (525) или 53,3 (400)	19,4 (145)

связью, т. е. со связанными обмотками; конструкции магнитопровода; конструкции обмотки – на катушечные, галетные и тороидальные; конструкции всего трансформатора – на открытые, капсулированные и закрытые; назначению – на выпрямительные, накальные, анодно-накальные и т. д.

Рабочая частота трансформатора – один из наиболее важных параметров, который определяет основные характеристики блока или узла, назначение и область возможного применения. По этому признаку трансформаторы могут быть классифицированы: на трансформаторы пониженной частоты (менее 50 Гц), промышленной частоты (50 Гц), повышенной промышленной частоты (400, 1000, 2000 Гц), повышенной частоты (до 10 000 Гц), высокой частоты (свыше 10 000 Гц).

Входная и выходная электроэнергия (электрическое напряжение). По данному признаку трансформаторы можно разделить на низковольтные, у которых напряжение любой обмотки не превышает 1000 В, и высоковольтные, у которых напряжение любой обмотки превышает 1000 В. В соответствии с ГОСТ 21128–83 номинальные напряжения систем электроснабжения, источников, преобразователей и непосредственно присоединяемых к ним приемников (трансформаторов) электрической энергии определены следующими рядами: для источников и преобразователей – 6; 12; 28,5; 42; 62; 115; 230 В для однофазного переменного тока и 42; 62; 230; 400; 690 В для трехфазного переменного тока; для сетей питания и приемников: 6; 12; 27; 40; 60; 110; 220 В для однофазного переменного тока и 40; 60; 220; 380; 660 В для трехфазного переменного тока. Кроме вышеуказанных стандартизированных напряжений допускается применять номинальные напряжения переменного тока: 7 В для генераторов в системах электрооборудования мотоциклов и источников электроэнергии автотракторной техники; 24 В однофазного тока с частотой 50 Гц для преобразователей, сетей питания и приемников общепромышленного назначения; 26 В (преобразователи) и 24 В (приемники) однофазного тока с частотой 50 и 400 Гц – для корабельного электрооборудования; 36 В (источники, преобразователи, приемники) трехфазного тока с частотой 400 и 1000 Гц для авиационной техники и воздушных судов; 42 В – для сетей однофазного и трехфазного тока; 120; 208 В (источники, преобразователи) и 115, 200 В (приемники) с частотой 400 и 1000 Гц для авиационной техники и воздушных судов; 36 В с частотой 50 и 200 Гц (источники, преобразователи и приемники) для ранее разработанного оборудования; 133 В (преобразователи) и 127 В (приемники) для ранее разработанного оборудования; 208 В (источники) и 200 В (приемники) однофазного тока с частотой 6000 Гц для воздушных судов в технически обоснованных случаях. Для источников и преобразователей допускается применять регулируемую установку напряжения, выбираемую из ряда: 3; 5; 10; 20 % номинального значения.

Допускаемые отклонения напряжений систем электроснабжения, источников, преобразователей, сетей и приемников электрической энергии выбирают из ряда: 0,5; 1; 2; 3; 5; 15 % номинальных значений. Допускаемые отклонения от номинальных значений напряжений могут быть двусторонние, симметричные и несимметричные, а также односторонние.

Аппаратура средств связи по ГОСТ 5237–83 рассчитывается на однофазные переменные напряжения и фазные напряжения трехфазного напряжения, которые должны соответствовать следующим значениям: номинальное напряжение 220 В; рабочее напряжение 187...242 В включительно для питания от электросети общего назначения; 213...227 В включительно для питания аппаратуры от электросети общего назначения через устройства регулирования; частота напряжения 50 Гц; пределы изменения частоты 47,5...52,5 Гц включительно; допускаемый коэффициент нелинейных искажений не более 10 %.

Номинальные значения переменных напряжений на выходе блоков питания и входных напряжений питания функциональных узлов, блоков и устройств РЭА, имеющих в своем составе трансформаторы и оформленные основным комплектом конструкторской документации, выбирают по ГОСТ 18275–72 из ряда: 1,2; 2,4; 3,15; 5; 6; (6,3); 12; (12,6); 15; 24; 27; 36; 40; 60; 80; (110); 115; 127; 200; 220; 380 В.

Электрическая схема трансформатора. Трансформаторы разделяют на однообмоточные, двухобмоточные и многообмоточные. Примером однообмоточных трансформаторов является автотрансформатор, в котором между первичной и вторичной обмотками кроме электромагнитной существует также и непосредственная электрическая связь. Автотрансформаторы не имеют гальванической развязки, передача электрической энергии осуществляется комбинированным путем. Двухобмоточные трансформаторы с фиксированным коэффициентом трансформации имеют две обмотки: одну первичную и одну вторичную, а многообмоточные трансформаторы имеют несколько вторичных обмоток. Все обмотки двухобмоточных и многообмоточных трансформаторов электрически не связаны друг с другом.

Конструктивно-технологические признаки. В основу данной классификации заложена конструкция магнитопроводов, которая определяет вид трансформатора. По конструкции магнитопровода определяется конструкция трансформатора и название магнитопровода переносится на название трансформатора. Промышленностью изготавливаются броневые, стержневые, кольцевые (тороидальные) магнитопроводы и магнитопроводы сложных (специальных) конфигураций.

Броневые трансформаторы выполняют на магнитопроводах Ш-образной формы. Все обмотки трансформатора располагаются на среднем стержне. Наличие только одной катушки, более высокое заполнение окна магнитопровода обмоточным проводом, частичная защита катушки с обмотками от механических повреждений выгодно отличают броневые трансформаторы от других видов.

Магнитопроводы трансформаторов составляют большую группу изделий, изготавливаемых промышленностью в виде унифицированных и стандартизованных рядов по межведомственной и ведомственной документации, отвечающей требованиям государственных стандартов.

Для изготовления магнитопроводов применяются магнитомягкие и магнитотвердые магнитные материалы, обладающие высокой магнитной проницаемостью в сильных переменных магнитных полях, малыми потерями на вихревые токи и перемагничивание. Принадлежность к тому или иному классу материала определяется кривой намагничивания и параметрами петли гистерезиса.

1.2. Основные термины и определения

При изготовлении трансформаторов бытового и промышленного назначения РЭА применяют стандартизованные термины и определения, обязательные для применения в документации всех видов, научно-технической и справочной литературе. Приведенные ниже термины и их определения соответствуют следующим государственным стандартам: ГОСТ 20938–75 "Трансформаторы малой мощности. Термины и определения"; ГОСТ 16110–82

"Трансформаторы силовые. Термины и определения"; ГОСТ 23871-79 "Трансформаторы электронно-магнитные многофункциональные. Термины и определения"; ГОСТ 18685-73 "Трансформаторы тока и напряжения. Термины и определения"; ГОСТ 18311-80 "Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий"; ГОСТ 19880-74 "Электротехника. Основные понятия. Термины и определения"; ГОСТ 24375-80 "Радиосвязь. Термины и определения", ГОСТ 27.202-83 "Надежность в технике. Термины и определения"; ГОСТ 23413-79 "Средства вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры. Термины и определения".

Трансформатор – статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока.

Силовой трансформатор – трансформатор, предназначенный для преобразования электрической энергии в электрических сетях и установках, предназначенных для приема и использования электрической энергии. К силовым трансформаторам относятся трансформаторы трехфазные и многофазные мощностью 6,3 кВ·А и более, однофазные мощностью 5 кВ·А и более.

Трансформатор малой мощности – трансформатор с выходной мощностью 4 кВ·А и ниже для однофазных, 5 кВ·А и ниже для трехфазных.

Трансформатор питания электронной аппаратуры - трансформатор малой мощности, предназначенный для преобразования напряжения электрических сетей в напряжения, необходимые для питания электроиной аппаратуры.

Сетевой трансформатор питания – трансформатор питания электронной аппаратуры, предназначенный для работы от сети переменного тока.

Трансформатор общего назначения – силовой трансформатор, предназначенный для включения в сеть, не отличающуюся особыми условиями работы, или для непосредственного питания приемников электрической энергии, не отличающихся особыми условиями работы, характером нагрузки или режимом работы.

Повышающий трансформатор – трансформатор, у которого первичной обмоткой является обмотка низшего напряжения.

Высокопотенциальный трансформатор питания электронной аппаратуры – трансформатор питания электронной аппаратуры, имеющий хотя бы в одной из точек его электрической цепи максимальный потенциал, превышающий 1500 В амплитудного значения.

Понижающий трансформатор – трансформатор, у которого первичной обмоткой яаляется обмотка высшего напряжения.

Однофазный трансформатор – трансформатор, в магнитной системе которого создается однофазное магнитное поле.

Трехфазный трансформатор – трансформатор, в магнитной системе которого создается трехфазное магнитное поле.

Двухобмоточный трансформатор – трансформатор, имеющий две основные гальванически не связанные обмотки.

Многообмоточный трансформатор – трансформатор, имеющий более трех основных гальванически не связанных обмоток.

Сухой трансформатор – трансформатор, в котором основной изолирующей средой служит атмосферный воздух или другой газ или твердый диэлектрик, а охлаждающей средой – атмосферный воздух.

Регулируемый трансформатор – трансформатор, допускающий регулирование напряжения одной или более обмоток с помощью специальных устройств, встроенных в конструкцию трансформатора.

Сигнальный трансформатор – трансформатор малой мощности, предназначенный для передачи, преобразования, запоминания электрических сигналов.

Автотрансформатор – трансформатор, две или более обмотки которого гальванически связаны так, что имеют общую часть.

Герметичный трансформатор – трансформатор, выполненный так, что исключается возможность сообщения между внутренним пространством его бака и окружающей средой.

Согласующий сигнальный трансформатор – сигнальный трансформатор, предназначенный для согласования различных полных сопротивлений электрических цепей при преобразовании и передаче электрических сигналов

Импульсный сигнальный трансформатор – сигнальный трансформатор, предназначенный для передачи, формирования, преобразования и запоминания импульсных сигналов.

Входной согласующий сигнальный трансформатор – согласующий сигнальный трансформатор для согласования внутреннего полного электрического сопротивления источника сигнала с полным входным сопротивлением функционального узла электронной аппаратуры.

Выходной согласующий сигнальный трансформатор – согласующий сигнальный трансформатор для согласования выходного полного электрического сопротивления каскада электронной аппаратуры с полным сопротивлением нагрузки.

Развязывающий сигнальный трансформатор – сигнальный трансформатор, предназначенный для гальванической развязки электрических цепей.

Сигнальный трансформатор блокинг-генератора строчной развертки – не имеет определения.

Сигнальный трансформатор выходной строчной развертки – импульсный сигнальный трансформатор, предназначенный для согласования выходного каскада строчной развертки с отклоняющей системой кинескопа и обеспечения телевизионных приемников дополнительными импульсами напряжения.

Сигнальный трансформатор выходной кадровой развертки – импульсный сигнальный трансформатор, предназначенный для согласования выходного каскада усилителя кадровой развертки с отклоняющей системой кинескопа.

Микроминиатюрный трансформатор – трансформатор малой мощности с расстоянием между выводами не более 2,5 мм.

Микромодульный трансформатор – микроэлементный трансформатор, залитый в форму с габаритными размерами 11,5×11,5×23 мм.

Коэффициент трансформации трансформатора малой мощности – отношение числа витков вторичной обмотки к числу витков первичной обмотки.

Индуктивность намагничивания трансформатора малой мощности – индуктивность первичной обмотки трансформатора малой мощности в режиме холостого хода при воздействии на трансформатор напряжения симметричной формы.

Напряжение холостого хода трансформатора питания – напряжение на любой разомкнутой вторичной

обмотке при номинальной частоте и номинальном напряжении на первичной обмотке.

Выходная мощность трансформатора малой мощности – сумма мощностей трансформатора всех вторичных обмоток.

Ток холостого хода трансформатора – ток первичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода и номинальном синусоидальном напряжении номинальной частоты на ее зажимах.

Коэффициент трансформации – отношение напряжений на зажимах двух обмоток в режиме холостого хода.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации изделия с момента возникновения предельного состояния, оговоренного в технической документации, или до списания.

Наработка на отказ – наработка объекта от начала его эксплуатации до возникновения первого отказа.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Диапазон частот – полоса частот, которой присвоено условное наименование.

Радиоприемник – устройство, соединяемое с антенной и служащее для осуществления радиоприема.

Усилитель звуковой частоты – электронный усилитель сигналов звуковой частоты.

Магнитная индукция – векторная величина, характеризующая магнитное поле и определяющая силу, действующую на движущуюся заряженную частицу со стороны магнитного поля.

Магнитный поток – поток магнитной индукции.

Напряженность магнитного поля – векторная величина, равна геометрической разности магнитной индукции, деленной на магнитную постоянную, и намагниченности.

Индуктивная связь – связь электрических цепей посредством магнитного поля.

Магнитнаа система электротехнического изделия – часть электротехнического изделия (устройства), представляющая совокупность ферромагнитных деталей, предназначенная для проведения в ней основной части магнитного потока.

Магнитопровод электротехнического изделия (устройства) – магнитная система электротехнического изделия (устройства) или совокупность нескольких ее частей в виде отдельной конструктивной единицы.

Трансформатор тока (напряжения) – трансформатор, в котором при нормальных условиях применения вторичный ток (вторичное напряжение) практически пропорционален (пропорционально) первичному току (первичному напряжению) и при правильном включении сдвинут (сдвинуто) относительно него по фазе на угол, близкий к нулю.

Радиоэлектронная аппаратура – совокупность технических средств, используемых для передачи, приема и (или) преобразования информации с помощью электромагнитной энергии.

1.3. Провода обмоточные

Для изготовления обмоток трансформаторов применяются обмоточные провода круглого или прямоугольного сечения, как правило, из меди с изоляционным покрытием. Иногда применяется медная или алюминиевая фольга. В качестве изоляционного покрытия используется эмал или эмаль с волокнистой изоляцией. Реже применяютс волокнистая, пластмассовая или комбинированная изоля ции. Эмалевое покрытие обладает лучшими электроизоля ционными свойствами, чем волокнистые материалы, поэто му эмалированным проводам отдают преимущество. Эмали рованные провода имеют меньшие диаметры, чем провод с изоляцией из волокнистых материалов, вследстви меньшей толщины изоляции. И, кроме того, провода эмалевой изоляцией имеют высокую электрическую про ность и стойкость к воздействию пропиточных лаков компаундов.

Провода обмоточные с эмалевой изоляцией изготавл ваются в соответствии с ТУ на конкретную марку провод и ГОСТ 26615–85. Провода обмоточные с эмалево-волокн стой изоляцией изготавливаются в соответствии с требов ниями ГОСТ 26606–85Е и ГОСТ 16507–80Е.

Провода обмоточные с эмалевой изоляцией обознач ются буквенно-цифровым кодом, в котором указываютс вид изоляции, форма сечения провода, тип изоляции через дефис – конструктивное исполнение, температурны индекс, материал проволоки. В условное обозначени провода входят марка провода с добавлением (чер интервал) номинального диаметра круглой проволоки и размеры сторон прямоугольной проволоки (для прям угольного провода) и обозначение стандарта или ТУ провода конкретных марок.

Например, эмалированный провод с медной проволок с полиамидной изоляцией, с толщиной изоляции типу 1, температурным индексом 200 °С и номинальн диаметром проволоки 0,100 мм: провод ПЭАИ 1 – 2 0,100 ТУ.

В РЭА на полупроводниковых приборах при повыше ных требованиях к надежности применяются провода двуслойной изоляцией. Провода со сложной изоляци применяются в трансформаторах, работающих при пов шенных механических нагрузках.

Провода обмоточные с эмалевой изоляцией (П классифицированы по различным признакам:

эмалевой изоляции – поливинилацеталевая: винифле (В), метальвин (М); полиуретановая (У); полиэфирная (З полиимидная (И); полиамидимидная (АИ); полиэфирим мидная (ЭИ); полиэфирцианураатимидная фреоностойк (Ф);

форме сечения: круглые (по диаметру); прямоугольн (П);

толщине изоляции: типа 1; тип 2;

конструктивному исполнению изоляции: однослойна двухслойная (Д); трехслойная (Т); четырехслойная (Ч); термопластичным покрытием, склеивающимся под возде ствием температуры (К);

температурному индексу (нагревостойкости), °С: 1 120, 130, 155, 180, 200, 220 и выше;

материалу проволоки: медная, медная безжелезист (БЖ), медная никелированная (МН), алюминиевая мягк (А), алюминиевая твердая (АТ); биметаллическая: алюм медная мягкая (АМ), сталемедная (СМ); из сплав манганиновая мягкая (ММ), манганиновая твердая (М манганиновая стабилизированная (МС), константанов мягкая (КМ), константановая твердая (КТ), никел кобальтовая (НК); драгоценных металлов; никелев нихромовая.

Провода обмоточные с эмалево-волокнистой, волокн стой, пластмассовой и пленочной изоляцией подраздел ются:

по виду изоляции: волокнистая (хлопчатобумажна (Б), из натурального шелка (Ш), капроновая (К), пол

эфирная (лавсановая) (Л), из трилобала (Кп), оксалона (Од), аримида (Ар); бумажная (Б); стекловолокнистая (С); стеклополиэфирная (СЛ); пластмассовая (П); пленочная (фторопластовая (Ф), полиамидно-фторопластовая (И), фторопластовая с полиимидно-фторопластовой (ФИ)); комбинированная (с изоляционной эмалью: эмалево-волокнистая, эмалево-бумажная, эмалево-стекловолокнистая, эмалево-стеклополиэфирная, пленочно-волокнистая);

по числу обмоток: однослойная (О), двуслойная (Д);

по виду пропитки: глифталевая, полиэфирная и другие основы (130 °С); кремнийорганическая (155 и 180 °С); органосиликатная композиция (свыше 180 °С);

по типу изоляции: нормальная (без обозначения); утонченная (Т); усиленная (У); дополнительная поверхностная лакировка (Л);

по отличительным особенностям: транспонированный провод (т); подразделенный провод (П); число элементарных проводников (обозначается цифрой); толщина общей бумажной изоляции (знаменатель дроби);

по температуре эксплуатации: 60, 80, 90, 120, 180, 200 °С; нагревостойкости в пропитанном состоянии на классы: У (90 °С), А (105 °С), Е (120 °С), В (130 °С), Г (155 °С), Н (180 °С), С (более 180 °С);

по материалу проволоки: медная (без обозначения); медная никелированная (Мн); алюминиевая (А); манганиновая мягкая (ММ); манганиновая твердая (МТ); константановая мягкая (КМ); константановая твердая (КТ); нихромовая (НХ);

по сплавам: на основе меди (БрМгЦр); покрытие слоем никеля или железа и никеля, нанесенных гальваническим способом и сплавом на основе других материалов;

по конструктивному исполнению жилы: круглая (однопроволочная, многопроволочная); прямоугольная; полая.

Основные характеристики наиболее часто применяемых обмоточных проводов на основе меди приведены в табл. 1.4. Основные параметры медных обмоточных проводов круглого сечения приведены в табл. 1.5. Максималь-

Таблица 1.4. **Основные характеристики обмоточных проводов**

Марка провода	Характеристика изоляции	Диаметр проволоки, мм	Максимальная рабочая температура, °С
ПЭВ-1	Один слой высокопрочной эмали ВЛ-931	0,02...2,5	105
ПЭВ-2	Два слоя высокопрочной эмали ВЛ-931	0,06...2,5	105
ПЭТ-155	Лак ПЭ-955 на полиэфиримидной основе	0,06...2,5	155
ПЭТВ	Высокопрочный нагревостойкий лак ПЭ-939 или ПЭ-943 на основе полиэфиров	0,06...2,5	130
ПЭВД	Высокопрочная эмаль с дополнительным термопластичным слоем лака	0,1...0,5	105
ПЭВЛ	Высокопрочная эмаль и обмотка из лавсановой нити	0,02...1,56	120
ПЭВТЛ-1	Один слой высокопрочной полиуретановой эмали	0,05...1,56	130
ПЭВТЛ-2	Два слоя высокопрочной полиуретановой эмали	0,05...1,56	130
ПЭВТЛК	Высокопрочная эмаль на основе полиуретана и полиамидной смолы	0,06...0,35	130
ПЭЛ	Лак на масляной основе	0,02...2,5	105
ПЭЛО	Лак на масляной основе и обмотка из полиэфирной нити	0,05...1,56	105
ПЭЛЛО	Лак на масляной основе и обмотка из лавсановой нити	0,06...1,56	105
ПЭЛР	Высокопрочная эмаль на основе полиамида и резольиой смолы	0,06...2,5	120
ПЭЛШКО	Лак на масляной основе и обмотка из капронового волокна	0,1...2,1	105
ПЭМ-1	Один слой высокопрочной эмали ВЛ-941	0,05...2,5	105
ПЭМ-2	Два слоя высокопрочной эмали ВЛ-941	0,05...2,5	105
ПЭС-1	Один слой высокопрочного лака на основе поливинилформаля	0,06...2,5	105
ПЭС-2	Два слоя высокопрочного лака на основе поливинилформаля	0,06...2,5	105
ПЭТЛО	Высокопрочный нагревостойкий лак на основе полиэфиров и обмотка из лавсановой нити	0,06...1,56	130
ПЭПЛОТ	Полиуретановый лак и обмотка из лавсановой нити	0,08...0,52	120
ПСД	Два слоя обмотки из стекловолокна с пропиткой нагревостойким лаком	0,5...5,2	155
ПСДК	Два слоя обмотки из стекловолокна с пропиткой кремнийорганическим лаком	0,5...5,2	180
ПНЭТ	Высокопрочная нагревостойкая эмаль на основе полиамидов	0,06...2,5	220
ПЭШО	Лак на масляной основе и один слой шелковых нитей	0,05...1,56	105
ПЭБО	Лак на масляной основе и один слой хлопчатобумажной пряжи	0,38...2,12	105

ный диаметр круглых проводов, изготавливаемых по ГОСТ 26615–85, классифицированных по толщине изоляции (типы 1 и 2), указан в табл. 1.6. Минимальные значения пробивного напряжения этих проводов из медной проволоки приведены в табл. 1.7. Значения относительного удлинения проводов при растяжении указаны в табл. 1.8.

Значения номинального диаметра проволоки и максимального диаметра проводов, изготавливаемых по ГОСТ 16507–80Е, даны в табл. 1.9. Значения максимальной диаметральной толщины изоляции проводов марок ПЭШО, ПЭЛО и ПЭБО приведены в табл. 1.10. Пробивное напряжение изоляции проводов марок ПЭШО, ПЭЛО и ПЭБО в зависимости от категории качества приведено в табл. 1.11.

Диапазоны номинальной толщины изоляции круглых проводов в зависимости от вида изоляции и номинального диаметра проволоки, изготавливаемых по ГОСТ 26606–85Е, приведены в табл. 1.12. Номинальная толщина изоляции приведена в табл. 1.13.

Таблица 1.5. **Основные параметры обмоточных проводов круглого сечения для трансформаторов**

Номинальный диаметр провода по меди, мм	Сечение провода по меди, мм²	Диаметр провода с изоляцией, мм							Сопротивление 1 м провода при 20 °С, Ом	Допустимый ток при плотности 2 А/мм², А
		ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭЛ	ПЭТВ	ПНЭТ	ПСК	ПЭЛШО		
0,02	0,00031	0,027	–	0,035	–	–	–	–	61,5	0,0006
0,025	0,00051	0,034	–	0,04	–	–	–	–	37,16	0,001
0,03	0,00071	0,041	–	0,045	–	–	–	–	24,7	0,0014
0,032	0,0008	0,043	–	0,046	–	–	–	–	22,4	0,0016
0,04	0,0013	0,055	–	0,055	–	–	–	–	13,9	0,0026
0,05	0,00196	0,062	0,08	0,07	–	–	–	0,14	9,169	0,004
0,06	0,00283	0,075	0,09	0,085	0,09	–	–	0,15	6,367	0,0057
0,063	0,0031	0,078	0,09	0,085	0,09	–	–	0,16	4,677	0,0063
0,07	0,00385	0,084	0,092	0,092	0,10	–	–	0,16	4,677	0,0071
0,071	0,00396	0,088	0,095	0,095	0,10	–	–	0,16	4,71	0,0078
0,08	0,00503	0,095	0,105	0,105	0,11	–	–	0,17	3,63	0,0101
0,09	0,00636	0,105	0,12	0,115	0,12	–	–	0,18	2,86	0,0127
0,1	0,00785	0,122	0,13	0,125	0,13	0,125	–	0,19	2,291	0,0157
0,112	0,0099	0,134	0,14	0,125	0,14	0,135	–	0,2	1,895	0,021
0,12	0,0113	0,144	0,15	0,145	0,15	0,145	–	0,21	1,591	0,0226
0,125	0,0122	0,149	0,155	0,15	0,155	0,15	–	0,215	1,4	0,0248
0,13	0,0133	0,155	0,16	0,155	0,16	0,16	–	0,22	1,32	0,0266
0,14	0,0154	0,165	0,17	0,165	0,17	0,165	–	0,23	1,14	0,0308
0,15	0,01767	0,176	0,19	0,18	0,19	0,18	–	0,24	0,99	0,0354
0,16	0,02011	0,187	0,2	0,19	0,2	0,19	–	0,25	0,873	0,0402
0,17	0,0227	0,197	0,21	0,2	0,21	0,2	–	0,26	0,773	0,0454
0,18	0,02545	0,21	0,22	0,21	0,22	0,21	–	0,27	0,688	0,051
0,19	0,02835	0,22	0,23	0,22	0,23	0,22	–	0,28	0,618	0,0568
0,2	0,03142	0,23	0,24	0,23	0,24	0,23	–	0,3	0,558	0,0628
0,21	0,03464	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,31	0,507	0,0692
0,224	0,0394	0,256	0,27	0,26	0,27	0,26	–	0,32	0,445	0,079
0,236	0,0437	0,26	0,285	0,27	0,28	0,27	–	0,33	0,402	0,0875
0,25	0,04909	0,284	0,3	0,275	0,3	0,29	–	0,35	0,357	0,0982
0,265	0,0552	0,305	0,315	0,305	0,31	0,3	–	0,36	0,318	0,111
0,28	0,0615	0,315	0,33	0,315	0,33	0,31	–	0,39	0,285	0,124
0,3	0,0708	0,34	0,35	0,34	0,34	0,33	–	0,41	0,248	0,143
0,315	0,078	0,35	0,365	0,352	0,36	0,35	0,55	0,43	0,225	0,158
0,335	0,0885	0,375	0,385	0,375	0,38	0,37	0,57	0,45	0,198	0,179
0,355	0,099	0,395	0,414	0,395	0,41	0,39	0,59	0,47	0,177	0,2
0,38	0,1134	0,42	0,44	0,42	0,44	0,42	0,62	0,5	0,155	0,226
0,4	0,126	0,44	0,46	0,442	0,46	0,44	0,65	0,52	0,14	0,251
0,425	0,142	0,465	0,485	0,47	0,47	0,46	0,66	0,53	0,124	0,283
0,45	0,16	0,49	0,51	0,495	0,5	0,5	0,68	0,57	0,11	0,319
0,475	0,177	0,525	0,545	0,495	0,53	0,51	0,71	0,6	0,099	0,353
0,5	0,196	0,55	0,57	0,55	0,55	0,53	0,75	0,62	0,09	0,392
0,53	0,2206	0,58	0,6	0,578	0,6	0,58	0,79	0,66	0,0795	0,441
0,56	0,247	0,61	0,63	0,61	0,62	0,6	0,81	0,68	0,071	0,494
0,6	0,283	0,65	0,67	0,65	0,66	0,64	0,85	0,72	0,062	0,566
0,63	0,313	0,68	0,7	0,68	0,69	0,67	0,88	0,75	0,056	0,626
0,67	0,352	0,72	0,75	0,72	0,75	0,72	0,93	0,8	0,05	0,704
0,71	0,398	0,76	0,79	0,77	0,78	0,75	0,96	0,82	0,044	0,797
0,75	0,441	0,81	0,84	0,81	0,83	0,8	1	0,87	0,039	0,884
0,8	0,503	0,86	0,89	0,86	0,89	0,86	1,07	0,95	0,035	1

Номинальный диаметр провода по меди, мм	Сечение провода по меди, мм^2	Диаметр провода с изоляцией, мм							Сопротивление 1 м провода при 20 °С, Ом	Допустимый ток при плотности 2 А/мм^2, А
		ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭЛ	ПЭТВ	ПНЭТ	ПСК	ПЭЛШО		
0,85	0,567	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	1,12	1	0,031	1,13
0,9	0,636	0,96	0,99	0,96	0,99	0,96	1,17	1,05	0,0275	1,27
0,93	0,6793	0,99	1,02	0,99	1,02	0,99	1,2	1,08	0,0253	1,33
0,95	0,712	1,01	1,04	1,02	1,04	1,01	1,22	1,1	0,0248	1,42
1	0,7854	1,07	1,1	1,07	1,11	1,06	1,29	1,16	0,0224	1,57
1,06	0,884	1,13	1,16	1,14	1,16	1,13	1,34	1,21	0,0199	1,765
1,08	0,9161	1,16	1,19	1,16	1,19	1,16	1,37	1,24	0,0188	1,83
1,12	0,9852	1,19	1,22	1,2	1,23	1,2	1,41	1,28	0,0178	1,97
1,18	1,092	1,26	1,28	1,26	1,26	1,25	1,46	1,34	0,0161	2,185
1,25	1,2272	1,33	1,35	1,33	1,36	1,33	1,54	1,41	0,0143	2,45
1,32	1,362	1,4	1,42	1,4	1,42	1,39	1,6	1,47	0,0129	2,72
1,4	1,5394	1,48	1,51	1,48	1,51	–	1,7	1,56	0,0113	3,078
1,45	1,6513	1,53	1,56	1,53	1,56	–	1,74	1,61	0,0106	3,306
1,5	1,7672	1,58	1,61	1,58	1,61	–	1,79	1,68	0,0093	3,534
1,56	1,9113	1,63	1,67	1,64	1,67	–	1,85	1,74	0,00917	3,876
1,6	2,01	1,68	1,71	1,68	1,71	–	1,9	–	0,0086	4,03
1,7	2,2697	1,78	1,81	1,78	1,81	–	2	–	0,0078	–
1,74	2,378	1,82	1,85	1,82	1,85	–	2,04	–	0,00737	–
1,8	2,54468	1,89	1,92	1,89	1,92	–	2,1	–	0,00692	–
1,9	2,8105	1,99	2,02	1,99	2,02	–	2,2	–	0,00612	–
2	3,1415	2,1	2,12	2,1	2,12	–	2,3	–	0,00556	–
2,12	3,5298	2,21	2,24	2,22	2,24	–	2,42	–	0,00495	–
2,24	4,0112	2,34	2,46	2,34	2,46	–	2,54	–	0,00445	–
2,36	4,3743	2,46	2,48	2,36	2,48	–	2,66	–	0,00477	–
2,5	4,9212	2,6	2,63	2,6	2,62	–	2,8	–	0,00399	–

Таблица 1.6. **Нормативные диаметры обмоточных проводов круглого сечения (ГОСТ 26615–85)**

Номинальный диаметр проволоки, мм	Максимальный диаметр провода, мм		Номинальный диаметр проволоки, мм	Максимальный диаметр провода, мм		Номинальный диаметр проволоки, мм	Максимальный диаметр провода, мм		Номинальный диаметр проволоки, мм	Максимальный диаметр провода, мм	
	тип 1	тип 2		тип 1	тип 2		тип 1	тип 2		тип 1	тип 2
0,02	0,025	0,027	0,16	0,187	0,199	0,5	0,548	0,569	1,12	1,192	1,217
0,025	0,031	0,034	0,18	0,209	0,222	0,53	0,579	0,601	1,18	1,254	1,279
0,03	0,037	0,04	0,19	0,22	0,234	0,56	0,611	0,632	1,25	1,325	1,351
0,032	0,04	0,043	0,2	0,23	0,245	0,6	0,653	0,676	1,32	1,397	1,423
0,035	0,044	0,047	0,21	0,243	0,258	0,63	0,684	0,706	1,4	1,479	1,506
0,04	0,05	0,054	0,224	0,256	0,272	0,67	0,726	0,749	1,45	1,53	1,557
0,045	0,056	0,061	0,236	0,269	0,285	0,69	0,747	0,77	1,5	1,581	1,608
0,05	0,062	0,068	0,25	0,284	0,301	0,71	0,767	0,79	1,6	1,683	1,711
0,06	0,074	0,081	0,265	0,3	0,319	0,75	0,809	0,832	1,7	1,785	1,813
0,063	0,078	0,085	0,28	0,315	0,334	0,77	0,83	0,854	1,8	1,888	1,916
0,071	0,088	0,095	0,3	0,337	0,355	0,8	0,861	0,885	1,9	1,99	2,018
0,08	0,098	0,105	0,315	0,352	0,371	0,83	0,892	0,916	2	2,092	2,12
0,09	0,11	0,117	0,335	0,374	0,393	0,85	0,913	0,937	2,12	2,214	2,243
0,1	0,121	0,129	0,355	0,395	0,414	0,9	0,965	0,99	2,24	2,336	2,366
0,112	0,134	0,143	0,38	0,421	0,441	0,93	0,996	1,02	2,36	2,459	2,488
0,12	0,143	0,153	0,4	0,442	0,462	0,95	1,017	1,041	2,44	2,54	2,57
0,125	0,149	0,159	0,425	0,469	0,489	1	1,068	1,093	2,5	2,601	2,631
0,13	0,155	0,165	0,45	0,495	0,516	1,06	1,13	1,155			
0,14	0,166	0,176	0,475	0,521	0,543	1,08	1,151	1,176			

Таблица 1.7. **Минимальное пробивное напряжение обмоточных проводов по ГОСТ 26615–85**

Номинальный диаметр проволоки, мм	Проволока медная, медная никелированная, алюмомедная, алюминиевая		Проволока никелевая, из сплавов	
	тип 1	тип 2	тип 1	тип 2
0,02...0,045	60...130	130...260	40...150	40...200
0,05...0,071	170...250	300...500	150...300	250...350
0,08...0,1	250...300	500...600	150...360	350...400
0,11...0,14	500...1100	600...2000	200...350	350...400
0,15...0,2	1100...1200	2000...2200	200...350	350...400
0,21...0,4	1200...1700	2200...3100	250...400	400...500
0,425...0,53	2000	3500	300...450	450...500
0,56...0,83	2300...2500	4000...4400	450...500	550...600
0,85...1,32	2500...2900	4400...5100	–	–
1,4 ...2,5	3000...3200	5300...5700	–	–

Таблица 1.9. **Нормативные значения обмоточных проводов с эмалево-волокнистой изоляцией ГОСТ 16507–80Е**

Номинальный диаметр проволоки, мм	Максимальный диаметр провода, мм			Номинальный диаметр проволоки, мм	Максимальный диаметр провода, мм		
	ПЭШО	ПЭЛО	ПЭБО		ПЭШО	ПЭЛО	ПЭБО
0,05	0,14	–	–	0,5	0,63	0,63	0,69
0,06	0,15	–	–	0,53	0,66	0,66	0,71
0,063	0,16	–	–	0,56	0,69	0,69	0,74
0,071	0,16	–	–	0,6	0,73	0,73	0,78
0,08	0,17	–	–	0,63	0,76	0,76	0,81
0,09	0,18	–	–	0,67	0,8	0,8	0,85
0,1	0,19	–	–	0,69	0,82	0,82	0,87
0,112	0,2	–	–	0,71	0,85	0,85	0,9
0,12	0,21	–	–	0,75	0,9	0,9	0,95
0,125	0,22	–	–	0,77	0,92	0,92	0,97
0,13	0,22	–	–	0,8	0,95	0,95	1
0,14	0,23	–	–	0,83	0,98	0,98	1,03
0,15	0,24	–	–	0,85	1	1	1,05
0,16	0,25	–	–	0,9	1,05	1,05	1,1
0,17	0,26	–	–	0,93	1,08	1,08	1,13
0,18	0,27	–	–	0,95	1,1	1,1	1,15
0,19	0,28	–	–	1	1,18	1,16	1,23
0,2	0,3	0,3	–	1,06	1,22	1,22	1,29
0,21	0,31	0,31	–	1,08	1,24	1,24	1,31
0,224	0,33	0,33	–	1,12	1,28	1,28	1,35
0,236	0,34	0,34	2	1,18	1,34	1,34	1,41
0,25	0,35	0,35	–	1,25	1,41	1,41	1,48
0,265	0,39	0,39	–	1,32	1,48	1,48	1,55
0,28	0,4	0,4	–	1,4	1,56	–	1,63
0,3	0,42	0,42	–	1,45	1,61	–	1,68
0,315	0,44	0,44	–	1,5	1,68	–	1,74
0,335	0,46	0,46	–	1,56	1,74	–	1,8
0,355	0,48	0,48	–	1,6	–	–	1,84
0,38	0,5	0,5	0,56	1,7	–	–	1,94
0,4	0,52	0,52	0,58	1,8	–	–	2,04
0,425	0,55	0,55	0,6	1,9	–	–	2,14
0,45	0,59	0,59	0,63	2	–	–	2,25
0,475	0,61	0,61	0,66	2,12	–	–	2,37

Таблица 1.8. **Относительное удлинение обмоточных проводов с медной и медной никелированной проволокой**

Номинальный диаметр проволоки, мм	Относительное удлинение, %	Номинальный диаметр проволоки, мм	Относительное удлинение, %
0,02	6	0,2...0,236	21
0,025	7	0,25...0,3	22
0,03...0,035	8	0,315...0,38	23
0,04...0,045	8	0,4...0,425	24
0,05...0,06	10	0,45...0,53	25
0,063...0,07	12	0,56...0,62	26
0,071	13	0,63...0,7	27
0,08	14	0,71...0,85	28
0,09	15	0,9...0,95	29
0,1	16	1...1,12	30
0,12...0,13	17	1,18...1,25	31
0,14...0,15	18	1,32...1,5	32
0,16...0,17	19	1,56...1,9	32
0,18...0,19	20	2...2,5	33

Таблица 1.10. **Максимальная толщина изоляции обмоточных проводов**

Номинальный диаметр проволоки, мм	Марка провода		
	ПЭШО	ПЭЛО	ПЭБО
0,05...0,19	0,08	–	–
0,2...0,25	0,09	0,09	–
0,265...0,425	0,11	0,11	0,17
0,45...0,71	0,12	0,12	0,17
0,75...0,95	0,13	0,13	0,18
1...1,45	0,14	0,14	0,21
1,5...1,6	0,16	–	0,21
1,7...2,12	–	–	0,22

Таблица 1.11. **Пробивное напряжение изоляции проводов обмоточных марок ПЭШО, ПЭЛО, ПЭБО**

Номинальный диаметр проволоки, мм	Пробивное напряжение изоляции, В, провода		Номинальный диаметр проволоки, мм	Пробивное напряжение изоляции, В, провода	
	1-категории	высшей категории		1-категории	высшей категории
0,05...0,071	250	350	0,315...0,425	1000	1200
0,08...0,09	300	400	0,45...0,71	1100	1250
0,1...0,13	350	450	0,75...0,95	1100	1300
0,14...0,19	400	500	1...1,45	1300	1500
0,2...0,224	450	550	1,5...2,12	1500	1700
0,236...0,3	550	600			

Таблица 1.12. **Толщина изоляции обмоточных проводов в зависимости от вида изоляции (ГОСТ 26605—85)**

Номинальный диаметр проволоки, мм	Номинальная толщина изоляции в зависимости от вида изоляции, мм						
	волокнистая	стекловолокнистая стеклополиэфирная	пластмассовая	эмалево-волокнистая	эмалево-стекловолокнистая	стекловолокнистая с пропиткой органосиликатной композицией	пленочно-волокнистая
0,05...0,19	–	0,21	–	0,07...0,12	0,12...0,16	–	–
0,2...0,3	–	–	–	0,09...0,14	0,12...0,16	0,25...0,48	–
0,315...0,5	0,18...0,22	0,14...0,23	–	0,11...0,16	0,14...0,16	0,25...0,51	–
0,53...0,7	0,18...0,22	0,16...0,25	0,8...1,2	0,11...0,17	0,14...0,16	0,25...0,51	–
0,71...0,95	0,18...0,22	0,16...0,25	0,8...1,2	0,12...0,28	0,15...0,35	0,27...0,51	–
1,0...1,32	0,2...0,27	0,18...0,27	0,8...1,2	0,13...0,37	0,16...0,35	0,29...0,54	–
1,4...1,56	0,27	0,18...0,27	0,9...1,2	0,14...0,37	0,16...0,35	0,33...0,34	0,55...0,66
1,6...2,12	0,27	0,2...0,33	0,9...1,4	0,16...0,37	0,35	0,33...0,34	0,55...0,66
2,24...5,3	0,33	0,27...0,33	1,1...3	–	0,35	0,34...0,36	0,56...0,66
6,0...8,0	0,35	–	1,5...3	–	–	–	–

Таблица 1.13. **Толщина изоляции обмоточных проводов с эмалево-волокнистой изоляцией (ГОСТ 26606—85)**

Номинальный диаметр проволоки, мм	Номинальная толщина изоляции, мм
1,18...2,12	0,30; 0,55; 0,72; 0,96; 1,2
2,24...3,55	0,30; 0,72; 0,96; 1,20; 1,68; 1,92
Свыше 3,55	0,30; 0,72; 0,96; 1,20; 1,68; 1,92; 2,88; 4,08; 5,76

1.4. Электромагнитные материалы

Для изготовления магнитопроводов трансформаторов бытовой РЭА в зависимости от рассмотренных классификационных признаков применяют разнообразные электромагнитные материалы. Правильный выбор магнитного материала для разрабатываемого трансформатора возможен только при всестороннем сравнении этих материалов. В большинстве трансформаторов магнитопроводы или сердечники обеспечивают создание замкнутого пути для магнитного потока, который должен обладать возможно меньшим магнитным сопротивлением. Иногда магнитопроводы и сердечники трансформаторов различных типов изготавливают из материалов, обладающих высокой магнитной проницаемостью в сильных переменных магнитных полях. Эти материалы должны иметь малые потери на вихревые токи и перемагничивание, чтобы обеспечить минимально допустимый нагрев магнитопровода при достаточно большой магнитной индукции.

Магнитомягкие материалы характеризуются способностью намагничиваться до насыщения в слабых полях, высокой магнитной проницаемостью, малыми потерями на перемагничивание, высокой начальной и максимальной проницаемостью, малой коэрцитивной силой. Магнитомягкие материалы находят особо широкое применение в электротехнике, радиоэлектронике и связи.

К магнитомягким материалам относятся: большая группа металлических магнитных материалов (сталь электротехническая, пермаллой и др.); магнитодиэлектрики (на основе карбонильного железа, альсифер и др.); ферриты (2000НН, 1000НН, 100ВН, 300ВН, 2000НМ1 и др.). В справочнике рассматривается классификация магнитомягких материалов по технологическому признаку с учетом магнитных свойств материалов: технически чистое железо, электротехнические стали, пермаллои, магнитомягкие ферриты, магнитодиэлектрики, аморфные материалы.

Сталь электротехническая. Марка электротехнической стали определяется процентным содержанием кремния, которое колеблется в пределах 0,5...4,8 % включительно. В зависимости от структурного состояния, содержания кремния, характера и уровня магнитных свойств листы, ленты и рулоны изготавливают из стали различных марок, обозначаемых четырехзначными цифрами. Первая цифра обозначает класс по структурному состоянию и виду прокатки (1 — горячекатаная, 2 — холоднокатаная, 3 — холоднокатаная анизотропная); вторая — массовая доля кремния (0— не более 0,4 %, 1 — 0,4...0,8 %, 2 — 0,8...1,8 %, 3 — 1,8...2,8 %, 4 — 2,8...3,8 %, 5 — 3,8...4,8 %); третья — группу по основной нормируемой характеристике (0 — удельные потери при B = 1,7 Тл и частоте 50 Гц; 1 — удельные потери при B = 1,5 Тл и частоте 50 Гц; 2 — удельные потери при B = 1 Тл и частоте 400 Гц для горячекатаной и при B = 1,5 Тл и частоте 400 Гц для холоднокатаной анизотропной; 6 — магнитная индукция в слабых магнитных полях при H = 0,4 А/м; 7 — магнитная индукция в средних магнитных полях при H = 10 А/м); четвертая цифра обозначает порядковый номер стали.

Высокая магнитная проницаемость и малые значения коэрцитивной силы, небольшие потери на гистерезис электротехнической стали достигаются легированием кремнием. Легированием также достигается улучшение стабильности основных свойств стали. Электротехническая сталь, изготовленная методом холодного проката, имеет структуру зерен, ориентированную в направлении проката. Ориентация зерен проката называется *текстурой стали*. Горячая прокатка стали придает ей хрупкость, обладает магнитной анизотропией и используется для магнитопроводов, конструкция которых обеспечивает прохождение магнитного потока преимущественно вдоль проката. Магнитные свойства такой стали улучшаются при направлении магнитного потока под углом к направлению проката. Изготавливаются электротехнические стали в соответствии с требованиями государственных стандартов: ГОСТ 21427.0—75 "Сталь электротехническая тонколистовая. Классификация и марки"; ГОСТ 21427.1—83 "Сталь электротехническая холоднокатаная анизотропная тонколи-

стовая"; ГОСТ 21427.2—83 "Сталь электротехническая холоднокатаная изотропная тонколистовая". В технической литературе горячекатаная изотропная тонколистовая электротехническая сталь обозначается цифрой 1, холоднокатаная изотропная сталь цифрой 2, холоднокатаная анизотропная с ребровой текстурой — 3.

Марки тонколистовой электротехнической стали, изготавливаемой промышленностью, приведены в табл. 1.14.

Основные электромагнитные параметры ферромагнетиков, к которым относится электротехническая сталь, определяются рядом главных характеристик.

Начальная кривая намагничивания по индукции — кривая, выражающая зависимость магнитной индукции B от напряженности магнитного поля H в процессе намагничивания предварительно термически размагниченного магнитного материала при последовательном возрастании напряженности магнитного поля. При циклическом намагничивании кривая намагничивания образует петлю гистерезиса. *Петля гистерезиса по индукции* —замкнутая кривая, выражающая зависимость индукции от амплитуды напряженности магнитного поля при периодическом достаточно медленном изменении напряженности поля. Кривая, представляющая собой геометрическое место вершин, симметричных вершинам петель гистерезиса, которые получаются при последовательном возрастании максимального значения H_m, называется *основной кривой намагничивания по индукции.* Эта кривая является важнейшей характеристикой и широко используется для оценки намагничивания материала в постоянных полях.

Индукция насыщения B_s — значение индукции, соответствующее насыщению, т. е. такому состоянию материала, при котором магнитная индукция не изменяется при изменении напряженности магнитного поля. Основная единица измерения индукции — тесла (Тл). *Остаточная индукция* B_r — индукция, которая остается в материале после снятия внешнего магнитного поля. *Коэрцитивная сила по индукции* H_c — величина, равная напряженности магнитного поля, необходимого для изменения индукции от B_r до нуля. Основная единица измерения напряженности поля — ампер на метр (А/м).

Абсолютная магнитная проницаемость — величина, характеризующая магнитные свойства и равная отношению модулей магнитной индукции и напряженности магнитного поля. *Относительная магнитная проницаемость* (магнитная проницаемость) — отношение абсолютной магнитной проницаемости к магнитной постоянной, т. е. $\mu = \mu_a / \mu_0$, где $\mu_0 = 4 \times 10^{-7}$ Гн/м = 1,257 мкГн/м.

Начальная магнитная проницаемость $\mu_н$ — значение магнитной проницаемости на начальной или основной кривой намагнничивания по индукции прн стремлении напряженности магнитного поля к нулю, деленное на магнитную постоянную. Петля гистерезиса по индукции, полученная при намагничивании материала переменным магнитным полем, называется *динамической петлей гистерезиса.* Такая петля гистерезиса характеризует затраты энергии в течение одного цикла перемагничивания. Она шире, чем петля гистерезиса при перемагничивании постоянным полем, так как отражает потери не только на гистерезис, но и на вихревые токи, а также дополнительные потери. Кривая, представляющая собой геометрическое место вершин динамических вершин петель гистерезиса, полученных при последовательном возрастании амплитуды напряженности магнитного поля, называется

Таблица 1.14. **Классификация электротехнических сталей**

Обозначение марки стали		Суммарная массовая доля легирующих элементов	Класс по виду прокатки	Группа по основной нормируемой характеристике
старое	новое			
1211	Э11	0,8...1,8	1	1
1212	Э12			
1213	Э13			
1311	Э21	1,8...2,8		
1312	Э22			
1313	—			
1411	Э31	2,8...3,8		
1412	Э32			
1413	Э33			
1511	Э41	3,8...4,8		
1512	Э42			
1513	Э43			
1514	Э43А			
1521	Э44			2
1561	Э45			6
1562	Э46			
1571	Э47			7
1572	Э48			
2011	Э0100	До 0,5	2	1
2012	Э0300	До 0,5		
2013	—			
2014	—			
2111	Э1000	0,5...0,8		
2112	Э1000АА			
2211	Э1300	0,8...2,1		
2212	—			
2311	Э2200	1,8...2,8		
2312	—			
2411	Э3100	2,5...3,8		
2412	—			
2413	—			
2414	—			
2421	—			2
3311 (3411)	Э310	1,8...2,8	3	1
3412	Э320	2,8...3,8		
3413	Э330			
3414	Э330А			
3415	—			

Окончание табл. 1.14

Обозначение марки стали		Суммарная массовая доля легирующих элементов	Класс по виду прокатки	Группа по основной нормируемой характеристике
старое	новое			
3404	—			0
3405	—			
3406	—			
3407	—			
3408	—			
3421	Э340	2,8...3,8	3	2
3422	Э350			
3423	Э360			
3424	Э360А			
3425	Э360АА			
3471	—			7
3472	—			

динамической кривой намагничивания. Магнитная проницаемость, определенная по этой кривой,— *динамической магнитной проницаемостью* $\mu_д$.

Температурный коэффициент начальной магнитной проницаемости (ТКМП) — отношение производной от начальной магнитной проницаемости по температуре к начальной магнитной проницаемости. Определяется как относительное изменение начальной магнитной проницаемости при изменении температуры на 1 °С.

Удельные магнитные потери — мощность, поглощаемая в единице массы магнитного материала и рассеиваемая в виде тепла при воздействии на вещество переменного магнитного поля. Удельные магнитные потери тем больше, чем больше площадь динамической петли гистерезиса и частота перемагничивания, а также чем меньше удельное электрическое сопротивление материала. Часто характеризуют потери в магнитном материале тангенсом угла общих потерь $tg\,\delta$. Для ограниченного диапазона частот слабых магнитных полей (напряженность поля менее 0,1 коэрцитивной силы) при $tg\,\delta \leqslant 1$ зависимость $tg\,\delta$ от напряженности поля и частоты имеет следующий вид: $tg\,\delta = \delta_f f + \delta_h H_m + \delta_п$, где δ_f, δ_h и $\delta_п$ — коэффициенты потерь на вихревые токи, гистерезис и последействие соответственно. При повышении частоты f и напряженности магнитного поля H_m, начиная с некоторых значений, коэффициенты потерь возрастают. Поэтому вводится понятие критической частоты $f_{кр}$, при которой резко увеличивается $tg\,\delta$. Чем выше начальная магнитная проницаемость материала, тем меньше граничная частота.

Для электротехнической стали основными нормируемыми параметрами являются удельные потери и магнитная индукция, значения которых приведены в табл. 1.15 и 1.18. Основные параметры наиболее часто применяемых сталей приведены в табл. 1.16. Значения магнитной индукции электротехнической стали марок 1561 и 1562 приведены в табл. 1.17, а стали марок 1571 и 1572 — в табл. 1.19. Основные физико-технические параметры электротехнической стали приведены в табл. 1.20. Значения магнитной индукции стали марок 3421, 3422, 3423, 3424 и 3425 приведены в табл. 1.21.

Таблица 1.15. **Удельные потери в электротехнической стали**

Марка стали	Толщина, мм	Удельные потери, Вт/кг, не более			
		$P_{1/50}$	$P_{1,5/50}$ ($P_{1,7/50}$)	$P_{0,75/400}$ ($P_{1,5/400}$)	$P_{1/400}$
1211	1	5,8	13,4	—	—
	0,5	3,3	7,7	—	—
1212	1	5,4	12,5	—	—
	0,65	3,4	8	—	—
	0,5	3,1	7,2	—	—
1213	1	4,7	10,7	—	—
	0,65	3,2	7,5	—	—
	0,5	2,8	6,5	—	—
1311	0,5	2,5	6,1	—	—
1312	0,5	2,2	5,3	—	—
1313	0,5	2,1	4,6	—	—
1411	0,5	2	4,4	—	—
	0,35	1,6	3,6	—	—
1412	0,5	1,8	3,9	—	—
	0,35	1,4	3,2	—	—
1413	0,5	1,55	3,5	—	—
	0,35	1,35	3	—	—
1511	0,5	1,55	3,5	—	—
	0,35	1,35	3	—	—
1512	0,5	1,4	3,1	—	—
	0,35	1,2	2,8	—	—
1513	0,5	1,25	2,9	—	—
	0,35	1,05	2,5	—	—
1514	0,5	1,15	2,7	—	—
	0,35	0,9	2,2	—	—
1521	0,35	—	—	10,75	19,5
	0,22	—	—	8	14
	0,2	—	—	7,2	12,5
	0,1	—	—	6	10,5
2011	0,65	3,8	9	—	—
	0,5	3,5	8	—	—
2012	0,65	3,6	8	—	—
	0,5	2,9	6,5	—	—
2013	0,65	3,1	7	—	—
	0,5	2,5	5,6	—	—

Марка стали	Толщина, мм	Удельные потери, Вт/кг, не более			
		$P_{1/50}$	$P_{1,5/50}$ ($P_{1,7/50}$)	$P_{0,75/400}$ ($P_{1,5/400}$)	$P_{1/400}$
2111	0,65	4,3	10	—	—
	0,5	3,5	8	—	—
2112	0,65	3,5	8	—	—
	0,5	2,6	6	—	—
2211	0,65	3	7	—	—
	0,5	2,6	5,8	—	—
2212	0,65	2,6	6,3	—	—
	0,2	2,2	5	—	—
2311	0,65	2,5	5,8	—	—
	0,5	1,9	4,4	—	—
2312	0,65	2,4	5,6	—	—
	0,5	1,75	4	—	—
2411	0,5	1,6	3,6	—	—
	0,35	1,3	3	—	—
2412	0,5	1,3	3,1	—	—
	0,35	1,15	2,5	—	—
3411	0,5	1,1	2,45 (3,2)	—	—
	0,35	0,8	1,75 (2,5)	—	—
3412	0,5	0,95	2,1 (2,8)	—	—
	0,35	0,7	1,5 (2,2)	—	—
3413	0,5	0,8	1,75 (2,5)	—	—
	0,35	0,6	1,3 (1,9)	—	—
	0,3	—	1,19 (1,75)	—	—
3414	0,5	0,7	1,5 (2,2)	—	—
	0,35	0,5	1,1 (1,6)	—	—
	0,3	—	1,03 (1,5)	—	—
	0,28	—	1,05 (1,55)	—	—
3415	0,35	0,46	1,03 (1,5)	—	—
	0,3	—	0,97 (1,4)	—	—
	0,28	—	0,95 (1,38)	—	—
3416	0,28	—	0,89 (1,3)	—	—
3421	0,15	—	—	(23)	10
3421	0,08	—	—	(22)	10
	0,05	—	—	(21)	10
3422	0,15	—	—	(20)	9
	0,08	—	—	(19)	8,5
	0,05	—	—	(19)	8,5
3423	0,15	—	—	(19)	8
	0,08	—	—	(17)	7,5
	0,05	—	—	(17)	—
3424	0,15	—	—	(18)	—
	0,08	—	—	(16)	—
	0,05	—	—	(16)	7,5
3425	0,15	—	—	(17)	—
	0,08	—	—	(15)	—
	0,05	—	—	(15)	—

Таблица 1.16. **Основные параметры электротехнической стали**

Марка стали	Магнитная проницаемость		Коэрцитивная сила, А/см	Магнитная индукция при H = 20 А/см, Тл	Удельное электрическое сопротивление, Ом·мм²/м
	начальная	максимальная			
1411	250	5500	0,44	1,52	0,52
1511	300	6000	0,36	1,49	0,6
1512	400	7000	0,32	1,49	0,6
1561	600	10 000	0,2	$7,7 \cdot 10^{-4}$	0,55
1562	600	7000	—	$8,8 \cdot 10^{-4}$	0,55
1572	600	7000	—	1,3	0,55
3411	500	16 000	0,2	1,81	0,5
3412	800	33 000	0,12	1,73	—

Таблица 1.17. **Магнитная индукция электротехнических сталей марок 1561 и 1562**

Марка стали	Толщина, мм	Магнитная индукция В, мкТл, при напряженности магнитного поля, А/м, не менее		
		0,2	0,4	0,8
1561	0,35	0,0001 (100)	0,00022 (220)	0,00065 (650)
	0,2		0,00023 (230)	0,0006 (600)
1562	0,35	0,00012 (120)	0,00028 (280)	0,00076 (760)
	0,2		0,0003 (300)	0,00075 (750)

Таблица 1.18. **Магнитная индукция электротехнических сталей**

Марка стали	Толщина, мм	Магнитная индукция В, Тл, при напряженности магнитного поля, А/м, не менее							
		100	250	500	1000	2500	5000	10 000	30 000
1211	1 0,5	— —	— —	— —	— —	1,53 1,53	1,63 1,64	1,76 1,76	2 2
1212	1 0,65 0,5	— — —	— — —	— — —	— — —	1,53 1,5 1,5	1,62 1,62 1,62	1,76 1,75 1,75	2 1,98 1,98
1213	1 0,65 0,5	— — —	— — —	— — —	— — —	1,5 1,5 1,5	1,62 1,62 1,62	1,75 1,75 1,75	1,98 1,98 1,98
1311 1312 1313 1411 1411	0,5 0,5 0,5 0,5 0,35	— — — — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	1,48 1,48 1,48 1,46 1,46	1,59 1,59 1,59 1,57 1,57	1,73 1,73 1,73 1,72 1,71	1,95 1,95 1,95 1,94 1,92
1412	0,35	—	—	—	—	1,46	1,57	1,71	1,92
1413	0,5 0,35	—	—	—	—	1,48	1,59	1,73	1,94
1511	0,5 0,35	—	—	—	1,3	1,46	1,57	1,7	1,9
1512	0,5 0,35	—	—	—	1,29	1,45	1,56	1,69	1,89
1513	0,5 0,35	—	—	—	1,29	1,44	1,55	1,69	1,89
1514	0,5 0,35	—	—	—	1,29	1,44	1,55	1,69	1,89
1521	0,35 0,22 0,2 0,1	— — — —	— — — —	1,21 1,2 1,2 1,19	1,3 1,29 1,29 1,28	1,44 1,42 1,42 1,4	— — — —	— — — —	— — — —
2011	0,65 0,5	—	—	—	1,48 1,49	1,6	1,7	1,8	2,02
2012	0,65 0,5	—	—	—	1,5	1,62	1,72	1,82	2,02
2013	0,65 0,5	—	—	—	1,53 1,54	1,64 1,65	1,74 1,75	1,85	2,05
2111	0,65 0,5	—	—	—	1,45 1,46	1,58 1,58	1,66 1,67	1,75 1,78	2
2112	0,65 0,5	—	—	—	1,46	1,59 1,6	1,67 1,68	1,77	2,02
2211	0,65 0,5	—	—	—	1,4	1,56	1,65	1,73 1,76	1,96 2

Окончание табл. 1.18

Марка стали	Толщина, мм	Магнитная индукция B, Тл, при напряженности магнитного поля, А/м, не менее							
		100	250	500	1000	2500	5000	10 000	30 000
2212	0,65 0,5	— —	— —	— —	1,42	1,58 1,6	1,67 1,68	1,77	2
2311	0,5 0,65	— —	— —	— —	1,38 1,36	1,54 1,52	1,64 1,62	1,74 1,72	1,96
2312	0,65 0,5	—	—	—	1,38 1,4	1,54 1,56	1,64 1,66	1,72 1,74	1,96
2411	0,5 0,35	—	—	—	1,37	1,49 1,5	1,6	1,73 1,7	1,96 1,95
2412	0,5 0,35	—	—	—	1,35	1,5	1,6	1,7	1,95
3411	0,5 0,35	— —	— —	1,75 —	— —	1,75	—	—	—
3412	0,5 0,35	—	—	—	—	1,85	—	—	—
3413	0,5 0,35 0,3	—	—	—	—	1,85	—	—	—
3414	0,5 0,35 0,3	1,6	1,7	—	—	1,88	—	—	—
	0,28	—	—	—	—	1,85	—	—	—
3415	0,35 0,3 0,28	1,61	1,71	—	—	1,9	—	—	—
3416	0,28	1,61	1,7	—	—	1,9	—	—	—

Таблица 1.19. **Магнитная индукция электротехнических сталей марок 1571 и 1572**

Марка стали	Толщина, мм	Магнитная индукция B, Тл, при напряженности магнитного поля, А/м, не менее							
		10	20	50	70	100	200	500	1000
1571	0,2	0,03	0,1	0,38	0,58	0,66	0,9	1,18	1,29
	0,35	0,035	0,14	0,48	0,61	0,77	0,92	1,21	1,3
1572	0,2	0,04	0,14	0,48	0,62	0,74	0,92	1,2	1,29
	0,35	0,045	0,17	0,57	0,71	0,87	1,02	1,25	1,3

Таблица 1.20. **Основные физико-технические параметры электротехнических сталей**

Марка стали	Содержание кремния, %	Плотность стали, кг/м^3	Удельное электрическое сопротивление, Ом · мм^2/м	Марка стали	Содержание кремния, %	Плотность стали кг/м^3	Удельное электрическое сопротивление, Ом · мм^2/м
1211				2112	0,4...0,8	7820	0,17
1212	0,8...1,8	7800	0,25	2211	0,8...1,8	7800	0,25
1213				2212			
1311				2311			
1312	1,8...2,8	7750	0,4	2312	1,8...2,8	7750	0,4
1313				2411			
1411				2412			
1412	2,8...3,8	7650	0,5	3411			
1413				3412			
1511				3413			
1512				3414			
1513				3415			
1514	3,8...4,8	7550	0,6	3416	2,8...3,8	7650	0,5
1521				3404			
1561				3405			
1562				3405			
1571	3,8...4,8	7550	0,6	3406			
1572				3421			
2011				3422	2,8...3,8	7650	0,5
				3423			
2012	До 0,4	7850	0,14				
2013				3424			
2111	0,4...0,8	7830	0,17	3425			

аблица 1.21. **Магнитная индукция электротехнических сталей марок 3421, 3422, 3423, 3424, 3425**

Марка стали	Толщина, мм	Магнитная индукция В, Тл, при напряженности магнитного поля, А/м, не менее					
		40	80	200	400	1000	2500
3421	0,2	0,5	0,85	1,1	1,35	1,45	1,7
	0,15		0,8		1,3		
	0,08	0,4					
	0,05		0,75		1,25		
3422	0,15	0,6	0,95	1,25	1,4	1,55	1,75
	0,08	0,8	0,9		1,35		
	0,05						

Окончание табл. 1.21

Марка стали	Толщина, мм	Магнитная индукция В, Тл, при напряженности магнитного поля, А/м, не менее					
		40	80	200	400	1000	2500
3423	0,15	0,8	1,1	1,4	1,55	1,65	1,82
	0,08 0,05		1,05		1,5		
3424	0,15 0,08 0,05	0,8	1,1	1,4	1,55	1,65	1,82
3425	0,15	1,1	1,35	1,5	1,65	1,75	1,82
	0,08 0,05	1,05	1,3				

В магнитных цепях РЭА и приборов находят применение электротехнические нелегированные горячекатаные и холоднокатаные тонколистовые стали в виде листов и лент марок: 10832, 20832, 11832, 21832, 10848, 20848, 11848, 21848, 10864, 20864, 11864, 21864, 10880, 11880, 20880, 21880, 10895, 20895, 11895, 21895.

Обозначение указанных марок сталей содержит пятизначное число. Первый знак: цифра 1 обозначает — горячекатаная изотропная, 2 — холоднокатаная изотропная. Эти цифры характеризуют сталь по структурному состоянию и виду прокатки. Вторая цифра означает тип стали по содержанию кремния: 0 — сталь нелегированная без нормирования коэффициента старения; 1 — сталь нелегированная с нормированным коэффициентом старения. Третья цифра — группу по основной нормируемой характеристике: 8 — коэрцитивная сила. Четверта[illegible] пятая цифры — количественное значение основной нор[illegible]руемой характеристики: для группы 8 — значение коэр[illegible]тивной силы в целых единицах ампер на метр.

Основные параметры электротехнических ста[illegible] изготавливаемых по ГОСТ 3836—83, приведены [illegible] табл. 1.22 и 1.23.

Пермаллой. Железоникелевые сплавы, легирован[illegible] хромом, молибденом, кремнием, медью или друг[illegible] присадками с высокой магнитной проницаемостью [illegible] слабых магнитных полях (при напряженности поля н[illegible] 0,1 коэрцитивной силы) на низких частотах. Эти спл[illegible] имеют высокие магнитную проницаемость, высокое уд[illegible]ное электрическое сопротивление, малую коэрцитив[illegible] силу и значительное магнитное насыщение. Установл[illegible] что с увеличением процента содержания никеля магнит[illegible] проницаемость пермаллоя растет, а индукция насыщ[illegible] уменьшается, но одновременно возрастают удел[illegible] потери. При повышении частоты, а также напряженно[illegible] подмагничивающего (постоянного) поля магнитная про[illegible]цаемость пермаллоев резко уменьшается.

Таблица 1.22. **Основные параметры электротехнических сталей, соответствующие ГОСТ 3836—83**

Марка стали	Коэрцитивная сила, не более		Максимальная магнитная проницаемость, не менее	
	А/м	Э	мкГн/м	Гс/Э
10895, 11895, 20895, 21895	95	1,2	3,8	3000
10880, 11880, 20880, 21880	80	1	5	4000
10864, 11864, 20864, 21864	64	0,8	5,6	4500
10848, 11848, 20848, 21848	48	0,6	6	4800
10832, 11832, 20832, 21832	32	0,4	6,3	5000

Таблица 1.23. **Магнитная индукция электроте[illegible]ских сталей, изготавливаемых по ГОСТ 3836—83**

Марка стали	Магнитная индукция В, Тл, при напряженности магнитного поля А/м, не менее					
	500	1000	2500	5000	10 000	[illegible]
10895, 10880, 10864, 10848, 10832, 11832, 11848, 11864, 11880, 11895, 20832, 20848, 20864, 20880, 20895, 21832, 21848, 21864, 21880, 21895	1,38	1,5	1,62	1,71	1,81	[illegible]

Пермаллои изготавливаются в виде холоднокатаных лент толщиной 0,02...2,5 мм, горячекатаных листов толщиной 3...22 мм и горячекатаных прутков диаметром 8 100 мм и поставляются термически необработанными. После изготовления деталей их термически обрабатывают для улучшения магнитных свойств.

Малолегированные пермаллои, например марок 45Н, 50Н, применяются для изготовления магнитопроводов малогабаритных трансформаторов, работающих в слабых постоянных магнитных полях. Легированные пермаллои марок 38НС, 42НС и 50НХС отличаются повышенным удельным электрическим сопротивлением и поэтому применяются для изготовления магнитопроводов трансформаторов, работающих при повышенных и высоких частотах. Пермаллои с высоким содержанием никеля обладают сравнительно малым удельным электрическим сопротивлением и поэтому используются для изготовления магнитопроводов, работающих в постоянных магнитных полях. Выпускаются также пермаллои с прямоугольной петлей гистерезиса, которые используются в импульсных и вычислительных устройствах. В конце обозначения марки этих пермаллоев ставится буква П. Марки пермаллоев и группы прецизионных магнитомягких сплавов приведены в табл. 1.24.

Размеры и предельные отклонения холоднокатаных лент приведены в табл. 1.25.

Магнитные параметры холоднокатаной ленты с повышенной проницаемостью в слабых магнитных полях приведены в табл. 1.26. Параметры холоднокатаной ленты марки сплава 81НМА приведены в табл. 1.27 и 1.28. Основные параметры холоднокатаной ленты марки 50НХС даны в табл. 1.29. Основные параметры холоднокатаной ленты с высокой магнитной проницаемостью и повышенной индукцией технического насыщения приведены в табл. 1.30. Магнитные параметры холоднокатаной ленты с прямоугольной петлей гистерезиса приведены в табл. 1.31. Параметры холоднокатаной ленты толщиной 0,003 мм приведены в табл. 1.32. Магнитные параметры холоднокатаной ленты с высокой индукцией технического насыщения приведены в табл. 1.33. Магнитные параметры холоднокатаной ленты с низкой индукцией и постоянством магнитной проницаемости приведены в табл. 1.34. Магнитные параметры холоднокатаной ленты марки 83НФ приведены в табл. 1.35. Общие электромагнитные характеристики пермаллоев приведены в табл. 1.36.

Таблица 1.24. **Марки и группы пермаллоев**

Марка сплава	Группа сплава	Основная характеристика сплава
79НМ, 80НХС, 81МА, 83НФ	1	Наивысшая магнитная проницаемость в слабых полях
50НХС	2	Высокая магнитная проницаемость и повышенное удельное электрическое сопротивление
45Н, 50Н	3	Повышенная магнитная проницаемость и повышенная индукция технического насыщения
50НП, 68НМП, 34НКМП, 35НКХСП, 40НКМП, 79НМП, 77НМДП, 65НП	4	Прямоугольная петля гистерезиса. Сплавы обладают анизотропией магнитных свойств
27КХ, 49КХ, 49К2Ф, 49К2ФА	5	Высокая магнитная индукция технического насыщения
47НК, 47НКХ, 64Н, 40НКМ	6	Низкая остаточная магнитная индукция и постоянство магнитной проницаемости. Сплавы обладают анизотропией магнитных свойств
79Н3М, 68НМ	7	Высокая магнитная проницаемость при однополярном намагничивании. Сплавы обладают анизотропией магнитных свойств
16Х, 36НКМ	8	Высокая коррозионная стойкость

Таблица 1.25. **Размеры и предельные отклонения холоднокатаных лент железоникелевых сплавов**

Толщина, мм	Предельное отклонение по толщине, мкм, при точности прокатки		Длина ленты пермаллоя, м, не менее		Ширина ленты, мм
	нормальной	высшей	в рулонах	в отрезках	
0,0015	±0,15	—	10	—	20, 30, 40
0,002	±0,2	—	10	—	20, 30, 40
0,003	±0,3	—	10	—	20, 30, 40
0,005	±0,5	—	10	—	30, 40, 70...100
0,01	±1	—	20	—	70...100
0,02	−3	—	30	—	5...100
0,05	−8	—	30	—	5...250
0,08	−10	—	20	—	5...250
0,1	−20	−10	20	—	5...250
0,15	−20	−10	20	—	10...250
0,2	−30	−15	20	2	10...250
0,25	−30	−15	20	2	10...250
0,35	−40	−20	10	2	10...250
0,5	−50	−25	6	2	10...250
0,7	−60	—	1	1	20...250
0,8	−70	—	1	1	20...250
1,0	−90	—	1	1	100...250
1,5	−110	—	1	1	100...250
2	−130	—	1	1	100...250
2,5	−160	—	1	1	250

Таблица 1.26. **Магнитные параметры холоднокатаной ленты из пермаллоя группы 1**

Марка сплава	Класс	Толщина, мм	Начальная проницаемость, не менее		Максимальная проницаемость, не менее		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения, Тл (10^{-4} Гс), не менее
			мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э	
70НМ	I	0,005	8,8	7000	38	30 000	8	0,1	
		0,01	17,5	14 000	75	60 000	5,6	0,07	
		0,02	20	16 000	88	70 000	4	0,05	
		0,05			110	90 000	3,2	0,04	0,75
		0,08							
		0,1	25	20 000	150	120 000	2,4	0,03	
		0,15							
79НМ (79НМУ)	II	0,005	12,5	10 000	44	35 000	6,4	0,08	
		0,01	20	16 000	110	90 000	3,2	0,04	
		0,02	25	20 000	125	100 000	2,4	0,03	0,75
		0,05			150	120 000	1,6	0,02	
		0,08	28	22 000	190	150 000	1,2	0,015	
		0,1							
		0,15				180 000			
		0,2	31	25 000	230				
		0,25							
		0,35	38	30 000	280	220 000	1	0,012	0,73
		0,5							
		0,8							
		1							
		1,5	31	25 000	230	180 000	1,2	0,015	
		2							
79НМ	III	0,01	25	20 000	150	120 000	2,4	0,03	
		0,02	31	25 000	190	150 000	1,6	0,02	
		0,05	38	30 000	250	200 000	1,2	0,15	0,73
		0,1							
		0,2			280	220 000	1	0,012	
		0,25							
		0,35	44	35 000	310	250 000			
80НХС	I	0,005	10	8000	38	30 000	8	0,10	
		0,01	17,5	14 000	65	50 000	5,6	0,07	
		0,02	23	18 000	88	70 000	4	0,05	
		0,05	25	20 000	110	90 000	3,2	0,04	0,63
		0,08							
		0,1	28	22 000	150	120 000	2,4	0,03	
		0,15							

Окончание табл. 1.26

Марка сплава	Класс	Толщина, мм	Начальная проницаемость, не менее		Максимальная проницаемость, не менее		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения, Тл (10^{-4} Гс), не менее
			мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э	
80НХС	I	0,2 0,25	35	28 000	160	130 000	1,6	0,02	
80НХС	I	0,35 0,5	44	35 000	190	150 000	1,2	0,015	0,63
		0,8 1	38	30 000	210	170 000	1	0,012	
		1,5 2,5 2	31	25 000	190	150 00	1,2	0,015	
80НХС	II	0,02	28	22 000	125	100 000	3,2	0,04	0,63
		0,05 0,08	38	30 000	190	150 000	1,6	0,02	
		0,1 0,15	40	32 000	200	160 000	1,2	0,015	
		0,2 0,25	44	35 000					
		0,35 0,5			250	200 000	1	0,012	
80НХС	III	0,01 0,02	31 38	25 000 30 000	110 150	90 000 120 000	3,2 1,6	0,04 0,02	0,63
		0,05 0,08	50	40 000	250	200 000	1	0,012	
		0,1	56	45 000					
		0,35 0,5	63	50 000	310	250 000	0,8	0,01	

Таблица 1.27. **Магнитные параметры пермаллоя марки 81НМА сплава группы 1 при намагничивании в постоянных полях**

Класс	Толщина, мм	Магнитная проницаемость при H = 0,08 А/м, не менее		Максимальная магнитная проницаемость, не менее		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения, Тл (10^{-4} Гс)
		мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э	
I	0,02 0,05 0,1 0,2	63	50 000	—	—	—	—	0,5

Класс	Толщина, мм	Магнитная проницаемость при H = 0,08 А/м, не менее		Максимальная магнитная проницаемость, не менее		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения, Тл (10^{-4} Гс)
		мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э	
I	0,35 0,5	88	70 000	310	250 000	1,2	0,015	0,5
	1 1,5 2	63	50 000	250	200 000	1,2	0,015	0,5
II	0,02 0,05	63	50 000	190 250	150 000 200 000	2 0,8	0,025 0,01	0,5
	0,1 0,2	88	70 000	310	250 000	0,64	0,08	0,5
III	0,02 0,05	88 125	70 000 100 000	210 380	170 000 300 000	1,6 0,56	0,02 0,007	0,5
	0,1 0,2	150	120 000	440	350 000	0,4	0,005	

Т а б л и ц а 1.28. **Магнитная проницаемость пермаллоя марки 81НМА сплава группы 1 при намагничивании в переменных полях**

Класс	Толщина, мм	Амплитудная магнитная проницаемость в поле 0,1 А/м на частотах, не менее							
		1 кГц		10 кГц		100 кГц		1 МГц	
		мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э
II	0,02	—	—	56	45 000	23	18 000	3,8	3000
	0,05	—	—	23	18 000	5	4000	1	800
	0,1	44	35 000	11	9000	—	—	—	—
	0,2	19	15 000	5	4000	—	—	—	—
III	0,02	88	70 000	75	60 000	25	20 000	4,4	3500
	0,05	100	80 000	28	22 000	6	4500	1,2	1000
	0,1	56	45 000	14	11 000	—	—	—	—
	0,2	25	20 000	7	5500	—	—	—	—

Т а б л и ц а 1.29. **Магнитные параметры пермаллоя марки 50НХС сплава группы 2**

Класс	Толщина, мм	Начальная магнитная проницаемость, не менее		Максимальная магнитная проницаемость, не менее		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения Тл (10^{-4} Гс), не менее
		мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э	
I	0,005	1,25	1000	10	8000	56	0,7	1
	0,01	1,6	1300	12,5	10 000	40	0,5	
	0,02	1,9	1500	19	15 000	20	0,25	
	0,05	2,5						
	0,08	2,5	2000	25	20 000	16	0,2	
	0,1 0,15	3,1	2500	31	25 000	13	0,16	
	0,2 0,25	3,8	3000	35	28 000	10	0,12	

Окончание табл. 1.29

Класс	Толщина, мм	Начальная магнитная проницаемость, не менее		Максимальная магнитная проницаемость, не менее		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения Тл (10^{-4} Гс), не менее
		мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э	
I	0,35 0,5	4	3200	38	30 000	8	0,1	
	0,8 1	3,8	3000	25	20 000	10	0,12	
II	0,02 0,05	3,8	3000	31	25 000	12	0,15	1
	0,1 0,2	3,9	3100	35	28 000	10	0,12	
Ш	0,25 0,35 0,5	4,4	3500	44	35 000	8	0,1	1

Таблица 1.30. **Магнитные параметры холоднокатаной ленты из пермаллоя группы 3**

Марка сплава	Класс	Толщина, мм	Начальная магнитная проницаемость, не менее		Максимальная магнитная проницаемость, не менее		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения, Тл, (10^{-4} Гс), не менее
			мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э	
50Н	I	0,05 0,08	2,5	2000	25	20 000	20	0,25	1,5
		0,1 0,15	2,9	2300	31	25 000	16	0,2	
		0,2 0,25	3,3	2600	38	30 000	12	0,15	
		0,35 0,5	3,8	3000	44	35 000	10	0,12	
		0,8 1			38	30 000	12	0,15	
		1,5 2 2,5	3,5	2800	31	25 000	13	0,16	
50Н (50НУ)		0,1 0,15	3,8	3000	38	30 000	14	0,18	
50Н (50НУ)	II	0,2 0,25	4,4	3500	44	35 000	12	0,15	1,5
		0,35 0,5	5	4000	56	45 000	10	0,12	
		0,8 1			50	40 000			
		1,5 2	3,8	3000	44	35 000	12	0,15	

Марка сплава	Класс	Толщина, мм	Начальная магнитная проницаемость, не менее		Максимальная магнитная проницаемость, не менее		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения, Тл, (10^{-4} Гс), не менее
			мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э	
50Н	III	0,05 0,1 0,2	12,5	10 000	75	60 000	0,4	0,05	1,52
45Н	I	0,1 0,15 0,2	2,5	2000	25	20 000	24	0,3	1,5
		0,25	3,1	2500	29	23 000	20	0,25	
		0,35 0,5 0,8 1 1,5 2 2,5	3,5	2800	31	25 000	16	0,2	

Таблица 1.31. **Магнитные параметры холоднокатаной ленты из пермаллоя группы 4**

Марка сплава	Класс	Толщина, мм	Максимальная магнитная проницаемость		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения, Тл (10^{-4} Гс), не менее	Коэффициент прямоугольности в поле с H_a = 800 А/м, не менее
			мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э		
50НП	I	0,005 0,01	19 25	15 000 20 000	40 32	0,5 0,4	1,5	0,8 0,83
		0,02	50	40 000	20	0,25		0,85
		0,05 0,1			18	0,28		
50НП (50НПУ)	II	0,01 0,02	44 75	35 000 60 000	20 15	0,25 0,18	1,5	0,87 0,92
50НП (50НПУ)	II	0,05 0,1	75	60 000	15	0,18	1,5	0,9
50НП	III	0,01	75	60 000	15	0,18	1,52	0,91
		0,02 0,05	95 100	75 000 80 000	13 11	0,16 0,14		0,94
34НКМП	I	0,005 0,01 0,02 0,05 0,1	19 44 50 75 125	15 000 35 000 40 000 60 000 100 000	80 24 16 12 8	1 0,3 0,2 0,15 0,1	1,5	0,9 0,92 0,9 0,87
		0,2 0,25 0,35 0,5	150	120 000	6,4	0,08		0,85
	II	0,01	50	40 000	16	0,2		0,9

Марка сплава	Класс	Толщина, мм	Максимальная магнитная проницаемость		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения, Тл (10^{-4} Гс), не менее	Коэффициент прямоугольности в поле с H_a = 800 А/м, не менее
			мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э		
34НКМП	II	0,02	80	65 000	11	0,14	1,5	0,94
		0,05	94	75 000	10	0,12		0,92
		0,1	160	125 000	6,4	0,08		0,85
		0,2; 0,25; 0,35; 0,5	230	180 000				
35НКХСП	I	0,005	19	15 000	80	1	1,3	0,9
		0,01	38	30 000	24	0,3		0,85
		0,02	50	40 000	16	0,2		
		0,05	75	60 000	12	0,15		0,8
		0,1	125	100 000	8	0,1		
		0,2; 0,25; 0,35; 0,5	150	120 000	6,4	0,08		
35НКХСП	II	0,01	63	50 000	16	0,2	1,3	0,92
		0,02	100	80 000	12	0,15		
		0,05	250	200 000	4,8	0,06		
		0,1; 0,2; 0,25; 0,35; 0,5	380	300 000	4	0,05		
40НКМП	I	0,01	125	100 000	6,4	0,08	1,35	0,93
		0,02	260	200 000	4	0,05		
		0,05	380	300 000	3,2	0,04		
		0,1	500	400 000	2,4	0,03		
	II	0,01	250	200 000	4,8	0,06		0,94
		0,02	500	400 000	2,4	0,03		
		0,05	625	500 000	1,6	0,02		
		0,1	750					
68НМП	I	0,02	125	100 000	8	0,1	1,25	0,9
		0,05	250	200 000	5,6	0,07		
		0,1; 0,2	280	220 000	4	0,05		
	II	0,02	250	200 000	4	0,05		0,9
		0,05	500	400 000	3,2	0,04		0,92
		0,1; 0,2	750	600 000	2,4	0,03		0,93
	III	0,02	380	300 000	3,2	0,04		0,92
		0,05	750	600 000	2,4	0,03		0,93
		0,1; 0,2	1000	800 000	1,6	0,02		

Марка сплава	Класс	Толщина, мм	Максимальная магнитная проницаемость		Коэрцитивная сила, не более		Индукция технического насыщения, Тл (10^{-4} Гс), не менее	Коэффициент прямоугольности в поле с H_a = 800 А/м, не менее
			мкГн/м	Гс/Э	А/м	Э		
65НП	I	0,02 0,05 0,1	88 125 250	70 000 100 000 200 000	6,4 3,2 2,8	0,08 0,04 0,035	1,3	0,9
		0,2	310	250 000				
		0,35 0,5	380	300 000	2,4	0,03		

Т а б л и ц а 1.32. **Магнитные параметры холоднокатаной ленты из пермаллоя группы 4 толщиной 0,003 мм**

Марка сплава	Класс	Коэрцитивная сила, не более		Остаточная индукция, Тл	Коэффициент прямоугольности в поле 5 H_c, А/м
		А/м	Э		
79НМП	I	9,6	0,12	0,6	0,9
77НМДП	I	7,2	0,09	0,5	0,9

Т а б л и ц а 1.33. **Магнитные параметры холоднокатаной ленты из пермаллоя группы 5**

Марка сплава	Класс	Толщина, мм	Магнитная индукция, Тл (10^{-4} Гс), при напряженности магнитного поля, А/м, не менее			Коэрцитивная сила, не более		Магнитная проницаемость, не менее	
			B_4	B_{25}	B_{150}	А/м	Э	мкГн/м	Гс/Э
27КХ	I	0,2 0,35 0,7	—	1,8	2,15	—	—	—	—
49К2ФА	I	0,1 0,2	—	2,2	—	140 120	1,75 1,5	6,9	5500
	II	0,1	1,8	2,2	—	80	1	—	—
		0,15 0,2 0,25	1,85			48	0,6		
	III	0,05 0,1	1,8 2	2,1 2,2	—	40 30	0,5 0,38	—	—
49К2Ф	I	от 0,1 до 0,7	—	—	2,25	160	2	—	700 в поле 0,01 Э
49К2Ф	II	от 0,1 до 0,7	—	—	2,25	160	2	0,88 в поле 0,8 А/м	700 в поле 0,01 Э

Т а б л и ц а 1.34. **Магнитные параметры холоднокатаной ленты из пермаллоя группы 6**

Марка сплава	Класс	Толщина, мм	Начальная магнитная проницаемость, не менее		Отношение максимальной магнитной проницаемости к начальной, не более	Коэффициент прямоугольности в поле с $H_в$ = 800 А/м, не более	Температурный коэффициент магнитной проницаемости, %, 1/°С, не более	
			мкГн/м	Гс/Э			начальной	максимальной
47НК	I	0,01 0,02 0,1	1,1	900	1,15	0,05	0,06	0,06
	II	0,01 0,02 0,1	1,4	1100	1,15	0,05	0,06	0,06
47НКХ	I	0,02 0,1	1,9	1500	1,2	0,05	0,03	0,03
64Н	I	0,01 0,02 0,1	2,5	2000	1,2	0,07	0,06	0,06
	II	0,01 0,02 0,1	2,7	2200	1,2	0,07	0,06	0,06
40НКМ	I	0,01 0,02	2,3	1800	1,2	0,07	—	—

Т а б л и ц а 1.35. **Магнитные параметры холоднокатаной ленты из пермаллоя марки 83НФ**

Класс	Толщина, мм	Магнитная проницаемость в поле с H_a = 0,08 А/м (0,001 Э) для частоты						Температурный коэффициент проницаемости, %/°С для температур, °С		Индукция технического насыщения, Тл (10^{-4} Гс), не менее
		0 Гц		1 кГц		15 кГц				
		мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	мкГн/м	Гс/Э	20...80	−40...20	
		не менее						не более		
I	0,02 0,05 0,1	44 50 63	35 000 40 000 50 000	— — 31	— — 25 000	31 — —	25 000 — —	— — —	— — —	0,6
II	0,02 0,05 0,1	44 50 63	35 000 40 000 50 000	— — 38	— — 30 000	31 — —	25 000 — —	0,3 0,5 0,5	0,7 0,8 0,8	0,6
II	0,02 0,05 0,1	63 75 88	50 000 60 000 70 000	— — 56	— — 45 000	44 — —	35 000 — —	0,5	—	0,6

Таблица 1.36. **Электромагнитные параметры пермаллоев**

Начальная магнитная проницаемость $\mu_н$	Максимальная магнитная проницаемость μ_{max}	Коэрцитивная сила H_c		Индукция насыщения B_s		Удельное электрическое сопротивление ρ, Ом·мм²/м
		А/м	Э	Тл	кгс	
Малолегированные пермаллои						
1000...4000	15 000...60 000	6...32	0,07...0,4	1,3...1,6	13...16	0,45...0,9
Высоконикелевые пермаллои						
15 000...35 000	70 000...220 000	1...4	0,012...0,05	0,7...0,75	7...7,5	0,5...0,65

Магнитодиэлектрики включают в свой состав материалы в виде порошков, обладающих магнитными свойствами, и связующий диэлектрический материал на основе полистирола, бакелитовой смолы, ортофосфорной кислоты и ряда других материалов. К достоинствам магнитодиэлектриков относятся: малые удельные потери энергии, сравнительно слабая зависимость параметров от температуры, времени и напряженности магнитного поля, постоянство магнитной проницаемости в широком диапазоне частот, а к недостаткам – сравнительно малая начальная магнитная проницаемость, ограничивающая возможности повышения добротности.

Карбонильное железо. Изготавливается по специальной технологии в виде фосфатированного порошка, вместе с аминопластом или бакелитовой смолой применяется для изготоаления сердечников электромагнитных устройств (ЭМУ) для радиоаппаратуры и аппаратуры связи. Изделия из карбонильного железа получают методом прессования. Электромагнитные параметры магнитодиэлектриков на основе карбонильного железа приведены для справки в табл. 1.37. Параметры магнитодиэлектриков, изготавливаемых на основе альсиферов, даны в табл. 1.38.

Изделия из альсифера получают прессованием порошка из сплава альсифер (алюминий-кремний-железо) с бакелитом или аминопластом. Он отличается хорошими электромагнитными свойствами и невысокой стоимостью. Температурный коэффициент магнитной проницаемости альсифера в зависимости от содержания кремния может быть меньше или больше нуля.

Магнитомягкие ферриты. В РЭА и АСС большое применение получили магнитомягкие ферриты из никель-цинковых и марганцово-цинковых сплавов. Первые представляют собой твердые растворы феррита никеля и феррита цинка, взятые в определенных соотношениях, а вторые – твердый раствор феррита марганца и феррита цинка. К числу магнитомягких ферритов относятся: 20ВЧ, 30ВЧ2, 50ВЧ, 60НН, 100НН, 100ВЧ, 150ВЧ, 200НН, 200НН2, 300НН, 400НН, 600НН, 700НМ, 1000НН, 1000НМ, 1000НМ3, 1500НМ, 1500НМ1, 200НМ, 2000НМ, 1500НМ3, 2000НН, 2000НМ1, 3000НМ, 4000НМ, 6000НМ, 1100НМИ,

Таблица 1.37. **Основные электромагнитные параметры магнитодиэлектриков на основе карбонильного железа**

Марка	Начальная магнитная проницаемость	Коэффициент потерь			ТКМП в диапазоне температур −60...+100 °С, %/°С	Максимальная рабочая частота, МГц
		$\delta_h \cdot 10^6$, м/А	$\delta_f \cdot 10^9$, 1/Гц	$\delta_п \cdot 10^4$		
Р-10	12...15	3...5	2...3,5	1,5...2,5	0,0025...0,018	10
Р-20	12...15	1,5...2,5	2...3	0,5...1	0,002...0,015	20
Р-100	10...12	1,2...1,9	0,5...1,2	0,5...1	0,005...0,01	100
Р-100Ф	10...12	1...2	1...2,8	0,5...1,5	0,003...0,015	100
Пс	11...13	1,5	3,5	0,2	0,0025...0,011	20
ВКЖ	25				0,025...0,035	0,2

Таблица 1.38. **Основные электромагнитные параметры магнитодиэлектриков на основе альсиферов**

Марка	Начальная магнитная проницаемость	Коэффициент потерь			ТКМП в диапазоне температур 20...70 °С	tg δ на частоте 100 кГц при H_m = 8 А/м	Критическая частота при H_m = 8 А/м,кГц
		$\delta_h \cdot 10^4$, м/А	$\delta_f \cdot 10^9$, 1/Гц	$\delta_п \cdot 10^3$			
ВЧ-22	19...24	0,25	25	2	⩽ − | 0,02 |	0,0047	700
ВЧ-32	28...33	0,38	—	1,2	− | 0,025 |	0,01	200
ВЧК-22	19...24	0,25	25	2	−0,005...+0,005	0,0047	700
ТЧ-60	53...63	0,81	—	2	⩽ − | 0,04 |	0,0277	70
ТЧ-90	79...91	1,1	—	3	⩽ − | 0,06 |	0,0849	20
ТЧК-55	48...58	0,81	—	2	−0,015...+0,005	0,01	70

00ННИ, 350ННИ, 3000НМС, 55НН, 10000НМ, 1500НМ2, 000НМ3, 4000НМС, 20ВЧ2, 600НМИ2 и др.

Технология изготовления магнитомягких ферритов и применяющееся сырье оказывают решающее значение на электромагнитные свойства конечной продукции. Существующие способы изготовления ферритов аналогичны технологии изготовления керамических изделий. Составленная в определенной пропорции смесь окислов спекается в печах после ферритизации и формовки. При этом окислы вступают в реакцию и образуют твердые растворы ферритов с определенной структурой. Из магнитомягких ферритов изготовляют магнитопроводы и сердечники броневой, стержневой, тороидальной и цилиндрической конструкций. Конкретные изделия из ферритов, применяющиеся в трансформаторах бытовой РЭА, рассмотрены в параграфе, посвященном магнитопроводам.

Промышленностью магнитомягкие ферриты изготавливаются в соответствии с требованиями государственных стандартов и межотраслевых нормативно-технических документов, условно разделенных на группы, отличающиеся электромагнитными параметрами и областью применения. Первую группу ферритов образуют термостабильные марки ферритов, которые используются в слабых магнитных полях. Эта группа ферритов отличается малыми потерями и малым ТКМП в широком диапазоне температур. Термостабильные низкочастотные ферриты характеризуются сравнительно малыми потерями на низких частотах. Вторая группа включает в свой состав нетермостабильные ферриты для слабых магнитных полей. Марганцово-цинковые ферриты с большимн значениями магнитной проницаемости (3300 и более) применяются в магнитопроводах вместо тонколистового пермаллоя. • Третья группа ферритов представлена термостабильными марками для импульсных магнитных полей. Они используются для изготовления магнитопроводов импульсных трансформаторов источников вторичного электропитания. Четвертая группа высокодобротных ферритов с высокой индукцией применяется для изготовления магнитопроводов выходных трансформаторов строчной развертки в телевизорах. Пятая группа ферритов объединяет плотные ферриты для магнитных головок звукозаписывающей и звуковоспроизводящей РЭА. Шестая группа – специальные ферриты для контуров, перестраиваемых подмагничиванием, и для согласующих элементов. Основные параметры магнитомягких ферритов приведены в табл. 1.39. Электромагнитные параметры П-образных магнитопроводов из ферритов марок 2000НМС, 2000НМС1, 3000НМС и 4000НМС приведены в табл. 1.40. Дополнительные электромагнитные параметры ферритов приведены в табл. 1.41.

Таблица 1.39. **Основные электромагнитные параметры магнитомягких ферритов**

Марка феррита	Начальная магнитная проницаемость при 20 °С	Критическая частота, МГц, при tg δ		Параметры петли гистерезиса		Удельное электрическое сопротивление, Ом·см
		0,1	0,02	μ_{max}	H_c, А/м	
20ВН	16...24	120	65	45	1000	10^8
30ВН	25...35	200	110	90	520	10^7
50ВН	45...65	70	40	170	360	10^6
100ВН	80...120	35	25	280	280	10^7
150ВН	120...180	25	15	330	240	10^6
700НМ	500...900	5	2	1900	240	$2\cdot10^3$
1000НМ3	800...1200	1,8	0,6	2000	28	10^3
1500НМ1	1200...1800	0,6	0,1	3000	16	$5\cdot10^2$
1500НМ3	1200...1800	1,5	0,3	3000	16	$2\cdot10^3$
2000НМ1	1700...2500	0,5	0,05	3500	16	$5\cdot10^2$
2000НМ3	1700...2500	0,5	0,05	3500	25	50
100НН	80...120	30	15	850	56	10^{10}
400НН	350...500	3,5	1,5	1100	64	10^6
400НН1	320...480	6	3,9	1400	48	10^5
600НН	500...800	1,5	0,7	1600	32	10^6
1000НН	800...1200	0,4	—	3000	20	10^6
2000НН	1700...2500	0,1	0,05	7000	8	10^3
1000НМ	800...1200	0,6	0,2	1800	28	50
1500НМ	1200...1800	0,6	0,1	2500	24	—
2000НМ	1700...2500	0,5	0,05	3500	24	—
3000НМ	2500...3500	0,1	0,002	3500	12	—
3000НМ1	2600...3600	—	—	6500	12	—
4000НМ	3500...4800	0,1	0,005	7000	8	—
6000НМ	4800...8000	0,05	—	10 000	8	10
10000НМ	8000...15 000	0,05	0,02	17 000	4	—
6000НМ1	4800...8000	0,1	0,03	10 000	4	100
300ННИ	250...350	2	—	300	160	10^3
300ННИ1	250...380	2	—	400	96	10^3
350ННИ	275...425	2,5	—	1000	48	10^9
450ННИ	400...500	1	—	2100	40	10^5
1000ННИ	750...1300	0,5	—	3000	16	10^5
1100ННИ	950...1250	0,4	—	3000	20	10^3
1100НМИ	950...1250	0,3	—	3000	24	10
2000НМС	1600...2400	0,33	0,08	4500	22	100

Окончание табл. 1.39

Марка феррита	Начальная магнитная проницаемость при 20 °С	Критическая частота, МГц, при $tg\,\delta$		Параметры петли гистерезиса		Удельное электрическое сопротивление, Ом · см
		0,1	0,02	μ_{max}	H_c, А/м	
3000НМС	2600...3400	0,36	0,1	4800	12	100
2000НМС1	1600...2400	0,34	0,09	4600	18	100
2500НМС1	2200...3200	0,4	0,16	4800	16	100
500НТ	400...600	0,5	—	—	32	10^5
500НТ1	400...700	2	—	—	48	10^5
1000НТ	1000...1400	0,2	—	—	16	10^4
1000НТ1	800...1400	0,8	—	—	32	10^5
2000НТ	1600...2400	0,1	—	—	8	10^3
2000МТ	1500...3000	0,2	—	—	5	100
5000МТ	4500...7000	—	—	—	5	10
50ВНС	45...60	80	70	170	4,8	10^6
90ВНС	80...100	40	30	340	152	10^6
200ВНС	180...220	11	5	650	64	10^6
300ВНС	270...330	8	4	850	80	10^6
10ВНП	9...14	250	200	40	1600	10^9
35ВНП	27...40	160	120	200	380	10^8
55ВНП	50...65	55	35	320	410	10^9
60ВНП	50...65	55	35	360	320	10^{10}
65ВНП	58...70	53	33	350	400	10^9
90ВНП	75...95	50	33	650	208	10^8
150ВНП	125...165	30	15	1900	60	10^8
200ВНП	175...225	15	10	850	80	10^8
300ВНП	280...350	6	3	800	96	10^8

Таблица 1.40. **Электромагнитные параметры П-образных магнитопроводов из ферритов марок 2000НМС, 2000НМ 3000НМС и 4000НМС**

Марка феррита	Магнитная проницаемость μ при f = 0,1	Удельные потери Р, мкВт/см², при f = 16 кГц и В = 0,1 Тл, не более			Максимальная индукция B_{max}, Тл, при H_a = 240 А/м		Максимальная индукция B_{max}, Тл, при H_a = 800 А
	(25±10) °С	(15±10) °С	(100±3) °С	(120±3) °С	(100±3) °С	(120±3) °С	(120±3) °С
2000НМС	2000	4,2	4,4	4,6	0,24	0,22	0,25
2000НМС1	2000...6000	3,2	3,2	3,2	0,26	0,24	0,27
3000НМС	2200...6000	2,5	2,5	2,5	0,27	0,25	0,28
4000НМС	4000	2,5	2,5	2,5	0,26	0,24	0,27

Таблица 1.41. **Дополнительные электромагнитные параметры термостабильных ферритов для слабых магнитных полей**

Марка феррита	Магнитная индукция В, Тл, при H_a, А/м				Температурный коэффициент магнитной индукции $\frac{\Delta B}{B\,\Delta v}\cdot 10^6$, $(^\circ C)^{-1}$, при H_a, А/м			
	40	80	240	800	40	80	240	800
20ВН	—	—	—	0,041	—	—	—	305
30ВН	—	—	—	0,068	—	—	—	±3130
50ВН	—	—	—	0,189	—	—	—	±1980
100ВН	—	—	0,04	0,265	—	—	+3600	+1180
700НМ	0,04	0,124	0,356	0,394	+780	+2820	−1385	−2000
1000НМ	0,206	0,29	0,34	0,37	—	—	—	—
1000НМ3	0,1	0,2	0,29	0,334	+1880	−281	−2460	−2960
1500НМ1	0,146	0,24	0,32	0,35	—	—	—	—
1500НМ3	0,148	0,25	0,35	0,38	+1690	−750	−2750	−3200
2000НМ1	0,165	0,244	0,312	0,34	+114	−1540	−2760	−3200

Окончание табл. 1.41

Марка феррита	Магнитная индукция B, Тл, при H_a, А/м				Температурный коэффициент магнитной индукции $\frac{\Delta B}{B \Delta \nu} \cdot 10^6$, $(^\circ C)^{-1}$, при H_a, А/м			
	40	80	240	800	40	80	240	800
2000НМ	0,179	0,287	0,366	0,395	+800	−1500	−2300	—
3000НМ	0,25	0,32	0,36	0,37	±560	−3750	−4900	−5400
4000НМ	0,26	0,32	0,366	—	−296	−3700	−4860	—
6000НМ	0,27	0,308	0,345	0,355	−3620	−5670	−6100	−6400
100НН	—	0,142	0,266	0,36	—	+7750	+3600	±520
400НН	0,046	0,1	0,23	0,25	±232	±106	−2240	−4100
600НН	0,07	0,16	0,27	0,31	±1970	±1250	−2620	−4000
1000НН	0,095	0,167	0,226	0,27	−590	−2390	−3230	−5050
2000НН	0,154	0,2	0,236	0,25	−4600	−4770	−4700	−7060
10ВНП	—	—	—	0,015	—	—	—	+1250
35ВНП	0,005	0,01	0,032	0,2	—	—	—	—
55ВНП	—	—	—	0,33	—	—	—	—
60ВНП	—	—	0,108	0,35	—	—	+9250	±2900
65ВНП	—	—	—	0,32	—	—	—	—
90ВНП	0,01	0,032	0,19	0,329	—	—	—	—
150ВНП	0,032	0,15	0,294	0,32	—	—	—	—
200ВНП	—	0,13	0,289	0,357	—	+7250	±3700	−1930
300ВНП	0,03	0,07	0,2	0,29	+1510	±1190	−2070	−3340
50ВНС	0,003	0,005	0,016	0,17	—	—	—	—
90ВНС	0,004	0,01	0,033	0,28	—	—	—	—
200ВНС	0,012	0,024	0,184	0,31	—	—	—	—
300ВНС	0,017	0,036	0,23	0,32	—	—	—	—

Аморфные магнитные материалы. Металлические магнитные сплавы с аморфной структурой обладают комплексом уникальных свойств с высокими прочностными, магнитными, коррозионно-стойкими свойствами, большим удельным сопротивлением и низким температурным коэффициентом, хорошими технологическими свойствами и др., которые превышают аналогичные свойства кристаллических сплавов. Изделия из аморфных магнитных материалов, относящиеся к магнитомягким материалам, обладают высокими начальной и максимальной проницаемостью, индукцией насыщения, удельным электрическим сопротивлением, а также малой коэрцитивной силой. Этот новый магнитный материал имеет наибольшие перспективы при изготовлении его на основе железоникелевого сплава, кобальта, железа, так как обладает наилучшими значениями перечисленных выше характеристик.

Аморфные магнитные сплавы технологичны при изготоалении и обработке, они не требуют дополнительного проката и поверхностной обработки. Очень важным обстоятельством, стимулирующим внедрение аморфных материалов, является необязательность отжига при изготовлении из них изделий. Для получения оптимальных магнитных свойств применяют термомагнитную обработку (ТМО), которая проще термообработки пермаллоя и осуществляется в ряде случаев на воздухе.

Основная номенклатура, некоторые физические, механические и электромагнитные свойства лент из аморфных сплавов приведены в табл. 1.42 и 1.43.

Таблица 1.42. **Марки и магнитные свойства аморфных сплавов**

Марка сплава	Индукция насыщения B_s, Тл	Коэрцитивная сила H_c, А/м	Максимальная проницаемость	Коэффициент прямоугольности B_r/B_s при H_a, А/м	
				8	800
45НПР-А	0,78	4,9 1,6	70 000 310 000	0,93 0,93	0,57 0,57
85КСР-А	0,67	3,2 2,6 2,2	125 000 190 000 335 000	0,96 0,9 0,985	0,75 0,63 0,925
44НМР-А	0,88	8 0,56	12 000 750 000	0,72	0,68
94ЖСР-А	1,6	6,4 4,7	—	—	0,42 0,75
10НСР-А	1,35	0,15	5000	—	—
24КСР-А	1,5	Не более 10	—	0,1 0,9	—
71КНСР-А	—	1,2 0,8	5000	—	—
81КСР-А	—	1,6 0,4	290 000 370 000	0,81 0,65	0,47 0,5

Таблица 1.43. Основные физико-механические свойства аморфных магнитных материалов

Марка сплава	Плотность γ, кг/м^3	Точка Кюри θ, °C	Температура кристаллизации $T_{кр}$, °C	Максимальная рабочая температура $T_{p\,max}$, °C	Удельное сопротивление ρ	Твердость по Виккерсу H_γ, мПа	Предел прочности $\sigma_в$, мПа$\cdot 10^{-6}$
45НПР-А	7500	250	412	150	1,4	7500	1700
85КСР-А	7500	430	500	150	1,3	8500	3100
44НМР-А	8000	350	410	125	1,6	10 500	1300
94ЖСР-А	7300	370	480	125	1,25	1030	700
10НСР-А	7300	430±10	520±10	—	1,3	7500	—
24КСР-А	7500	550±20	490±20	—	1,25	8000	—

1.5. Условия эксплуатации. Нормированные требования

Трансформаторы бытовой РЭА эксплуатируются в составе функциональных узлов и блоков этой аппаратуры, а также в составе машин, приборов и других технических изделий, на которые распространяются требования ГОСТ 15150–69, ГОСТ 16962–71, ГОСТ 15543–70, ГОСТ 23088–80Е, ГОСТ 23216–78. Характерной особенностью всех трансформаторов является их эксплуатация, равно как и всей радиоэлектронной аппаратуры, в различных климатических зонах нашей страны, когда на них действуют комплексные климатические, механические, биологические и другие внешние воздействующие факторы. Трансформаторы при этом должны сохранять свои параметры и характеристики в пределах норм, установленных техническими заданиями на их разработку или ТУ, в течение сроков службы и сроков сохраняемости в процессе воздействия, указанных факторов, значения и нормы которых рассматриваются в настоящем параграфе. Трансформаторы в подавляющем своем большинстве предназначены для эксплуатации, хранения и транспортирования в диапазонах верхнего и нижнего значений климатических или других факторов, при этом дополнительно к ним могут быть установлены один или несколько более узких диапазонов тех факторов, в пределах которых обеспечивается более узкий диапазон отклонений параметров. В пределах этих диапазонов, в ряде случаев устанавливается несколько значений одного и того же фактора при выборе требований к различным этапам эксплуатации или отдельным техническим характеристикам, например несколько значений верхней и эффективной температуры при различных ресурсах или сроках службы.

По экономической и технической целесообразности необходимо изготавливать трансформаторы, пригодные для эксплуатации в нескольких климатических районах и местах размещения, которые приведены в соответствующих таблицах справочника. Трансформаторы могут эксплуатироваться в макроклиматических районах и местах размещения, отличающихся от тех, для которых они предназначены, если воздействующие факторы в период эксплуатации не выходят за пределы номинальных значений, установленных для них. Например, трансформаторы вида климатического исполнения УХЛ4 могут в летний период эксплуатироваться в условиях УХЛ2.

При эксплуатации трансформаторов в таких условиях, когда значения воздействующих факторов выходят за пределы установленных номинальных значений, основные технические параметры и характеристики не гарантируются. Поэтому промышленностью изготавливаются трансформаторы, которые могут эксплуатироваться в нескольких макроклиматических районах и местах размещения или же для хранения в различных условиях попеременно в течение разных сроков, в этих случаях сочетания различных условий эксплуатации или хранения со сроками пребывания в этих условиях указываются дополнительно.

Трансформаторы по существующей в настоящее время классификации относятся к группе изделий электронной техники (приложение 2 к ГОСТ 16962–71), электротехники (ГОСТ 15543–70) или радиоэлектроники и связи (ГОСТ 15150–69) и являются, как правило, комплектующими изделиями для различной аппаратуры. Условия эксплуатации, транспортирования, упаковки и хранения комплектующих электрорадиоэлементов устанавливаются более жесткими, к ним предъявляются также более жесткие технические требования, чем к аппаратуре, в которой они используются. Для конкретных типов или групп трансформаторов указывается несколько значений одного и того же внешнего воздействующего фактора при установлении требований к отдельным техническим характеристикам. Указывается, например, несколько значений верхней температуры при различных продолжительностях наработки трансформаторов на отказ, разные степени жесткости для одного и того же вида механических нагрузок при установлении требований по прочности и устойчивости.

К трансформаторам (в технически обоснованных случаях) предъявляются требования по внешним воздействующим факторам с более жесткими значениями, чем указанные в справочнике, соответствующие принятым в государственных стандартах. Если при эксплуатации трансформаторы не подвергаются воздействию каким-либо внешним фактором, то требования по воздействию этого фактора не предъявляются. Если трансформатор разрабатывается только для конкретного объекта и по выполняемым функциям и характеристикам пригоден только для данной аппаратуры, то предъявляемые к данному трансформатору требования могут отличаться от указанных в настоящем параграфе и устанавливаются исходя из условий работы трансформатора на данном объекте. Иногда к трансформаторам, рассматриваемым в справочнике, невозможно или нецелесообразно предъявлять жесткие требования. Тогда с учетом возможных мер индивидуальной или общей защиты в аппаратуре (амортизация, герметизация, термостатирование и т. п.) к ним предъявляются менее жесткие требования и нормы. При этом меры защиты должны обеспечивать возможности применения трансформатора (разработанного по пониженным требованиям) в условиях, соответствующих заданной степени жесткости.

Таблица 1.44. **Виды климатических исполнений и категорий изделий**

Климатические исполнения изделий	Обозначения			Краткая характеристика макроклиматического района
	русское	латинское	цифровое	
Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, реках, озерах				
Для макроклиматического района с умеренным климатом	У	(N)	0	Средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура воздуха равна или ниже 40 °С, а средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха равна или выше — 45 °С
Для макроклиматического района с умеренным и холодным климатом	УХЛ	(NF)	1	К макроклиматическому району с холодным климатом относятся районы, в которых средняя из ежегодных абсолютных минимумов температура воздуха ниже —45 °С
Для макроклиматического района с влажным тропическим климатом	ТВ	(TH)	2	Сочетание температуры равной или выше 20 °С и относительной влажности, равной или выше 80 %, наблюдается примерно 12 или более часов в сутки за непрерывный период от 2 до 12 месяцев в году
Для макроклиматического района с сухим тропическим климатом	ТС	(TA)	3	Средняя из ежегодных абсолютных максимумов температура воздуха выше 40 °С и районы, которые не отнесены к макроклиматическому району с влажным тропическим климатом
Для макроклиматического района как с сухим, так и влажным тропическим климатом	Т	(T)	4	Температура 20 °С и выше при относительной влажности 80 % и выше или температура 40 °С и выше
Для всех макроклиматических районов на суше, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом	О	(U)	5	—
Изделия, предназначенные для эксплуатации в макроклиматических районах с морским климатом				
Для макроклиматического района с умеренно-холодным морским климатом	М	(M)	6	К макроклиматическому району с умеренно-холодным морским климатом относятся моря, океаны и прибрежная территория в пределах непосредственного воздействия морской воды, расположенные севернее 30° северной широты или южнее 30° южной широты
Для макроклиматического района с тропическим морским климатом, в том числе для судов каботажного плавания или иных, предназначенных для плавания только в этом районе	ТМ	(MT)	7	К макроклиматическому району с тропическим морским климатом относятся моря, океаны и прибрежная территория в пределах непосредственного воздействия морской воды, расположенные между 30° северной широты и 30° южной широты
Для макроклиматического района как с умеренно-холодным, так и тропическим морским климатом, в том числе для судов неограниченного района плавания	ОМ	(MU)	8	Среднемесячное значение относительной влажности в сочетании с предельным значением температуры для категории изделий 1, 2, 5 равно 100 % при 35 °С, для категории изделий 1.1 при продолжительности воздействия четыре месяца в год равно 98 % при 35 °С; для категории 2.1, 5.1, 3, 3.1, 4 равно 98 % при 35 °С, для категории 4.1 — 80 % при 25 °С
Для всех макроклиматических районов на суше и на море, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом (всеклиматическое исполнение)	В	(W)	9	К макроклиматическому району с очень холодным климатом, где средняя минимальная температура ниже —60 °С

Таблица 1.45. Категории размещения трансформаторов

Характеристика укрупненных категорий	Обозначение	Характеристика дополнительных категорий	Обозначение
Для эксплуатации на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района)	1	Для хранения в процессе эксплуатации в помещениях категории 4 и работы как в условиях категории 4, так и (кратковременно) в других условиях, в том числе на открытом воздухе	1.1
Для эксплуатации под навесом или в помещениях (объемах), где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, например в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в оболочке комплектного изделия категории I (отсутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков)	2	Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплектных изделий категорий 1, 1.1, 2, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроенных элементах (например, внутри РЭА)	2.1
Для эксплуатации в закрытых помещениях (объемах) с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, например в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревянных помещениях	3	Для эксплуатации в нерегулярно отапливаемых помещениях (объемах)	3.1
Для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых и вентилируемых и отапливаемых производственных и других, в том числе хорошо вентилируемых подземных помещениях (отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного излучения и конденсации влаги)	4	Для эксплуатации в помещениях с кондиционированным или частично кондиционированным воздухом	4.1
Для эксплуатации в помещениях (объемах) с повышенной влажностью (например, в неотапливаемых и невентилируемых подземных помещениях, в том числе шахтах, подвалах, в почве; в таких судовых, корабельных и других помещениях, в которых возможно длительное наличие воды или частая конденсация влаги на стенах и потолке, в частности в некоторых трюмах, в некоторых цехах текстильных, гидрометаллургических производств и т. п.)	5	Для эксплуатации в качестве встроенных элементов внутри комплексных изделий категории 5, конструкция которых исключает возможность конденсации влаги на встроенных элементах (например, внутри РЭА)	5.1

Промышленностью все трансформаторы изготавливаются в определенном климатическом исполнении, пригодном для эксплуатации в одном или нескольких макроклиматических районах страны. Такие трансформаторы имеют буквенное или цифровое обозначение, перечень которых приведен в табл. 1.44 и соответствует принятым в ГОСТ 15150–69. Трансформаторы в этих исполнениях в зависимости от места размещения в воздушной среде и на высотах до 4300 м изготавливают по категориям размещения, которые, в свою очередь, подразделяются на укрупненные и дополнительные. Характеристика и обозначение категорий размещения трансформаторов и других изделий приведены в табл. 1.45.

Для трансформаторов, изделий и аппаратуры, предназначенных для эксплуатации только в невоздушной среде и (или) при атмосферном давлении менее 53,3 кПа (400 мм рт. ст.), в том числе на высотах более 4300 м, понятие категорий изделий не применяют для всех стадий эксплуатации. Если один и тот же трансформатор предназначен для эксплуатации как в воздушной среде на высотах до 4300 м, так и в невоздушной среде и (или) при атмосферном давлении менее 53,3 кПа, в том числе на высотах более 4300 м, то понятие категории изделий применяют только для стадии эксплуатации в воздушной среде на высотах до 4300 м.

Важным признаком для классификации трансформаторов по эксплуатационным характеристикам является разделение на группы видов аппаратуры, в которых применяются эти трансформаторы, и разделение их на группы в зависимости от значений пониженного давления. Состав групп по видам аппаратуры, в которых находят применение трансформаторы, приведен в табл. 1.46.

Зависимость рабочих значений атмосферного давления от высоты над уровнем моря и обозначение групп пониженного давления приведены в табл. 1.47.

При изготовлении изделий, в том числе и трансформаторов, часто используется термин "вид климатического исполнения", который включает рассмотренные понятия (их сочетания): исполнение, категория и группа по пониженному давлению. Например, такой вид климатического исполнения, как УХЛ204а.

Приведенные в табл. 1.44 и 1.45 исполнения изделий, категории и их сочетания, используемые при изготовлении трансформаторов следующих видов: У4 и ХЛ4; У4.1 и

Таблица 1.46. **Состав групп РЭА с трансформаторами**

Группа	Вид РЭА	Условия эксплуатации	Категория исполнения
I	Телевизионные и радиовещательные приемники, радиолы, магнитолы, магнитофоны, видеомагнитофоны, музыкальные центры, диктофоны, электрофоны, усилители, тюнеры, усилители звуковой частоты, магниторадиолы, приемники трехпрограммные проводного вещания	В лабораторных, капитальных жилых и других помещениях подобного типа	4.2
II	Автомобильные радиовещательные приемники, радиолы, магнитофоны, приставки КВ диапазона, телевизоры	В передвижных средствах и в автомобильном транспорте	2
III	Телевизионные приемники, видеомагнитофоны, телевизионные камеры передающие, электрофоны, радиолы, магнитофоны, магнитолы, имеющие специальные приспособления для переноски	На открытом воздухе. Не рассчитаны для работы в условиях движения	1.1
IV	Радиовещательные и телевизионные приемники, магнитолы, магнитофоны, видеомагнитофоны, телевизионные камеры, диктофоны, электрофоны	На открытом воздухе. Рассчитаны для работы в условиях движения (на ходу в салоне автомобиля)	1.1

Таблица 1.47. **Зависимость рабочих значений атмосферного давления от высоты над уровнем моря**

Высота над уровнем моря, тыс. м	Атмосферное давление				Обозначение групп пониженного давления
	нижнее значение		Среднее значение (по ГОСТ 4401—81)		
	кПа	мм рт. ст.	кПа	мм рт. ст.	
1	86,6	650	89,9	674	—
2	73,3	550	79,5	596	—
2,4	70	525	75,6	567	а
3	64	480	70,1	526	—
3,5	60	450	65,8	493	б
4	56	420	61,1	462	—
4,3	53,3	400	59,3	445	в
5	48	360	54,0	405	—
6	42	315	47,2	354	—
7	36,7	275	41,1	308	—
8	31,3	235	35,6	267	—
9	28	210	30,8	231	—
10	24,3	182	26,5	199	—
9,4	26,7	200	29,0	218	г
12	18	135	19,4	145	—
14,4	12	90	13,3	100	д
15	10,7	80	12,1	91	—
16	8,6	64	10,4	78	—
18	6,4	48	7,6	57	—
20	4,4	33	5,5	41	е
26	2,0	15	2,2	16	ж
31	1,0	7,5	1	7,7	—
34	$6\cdot10^{-1}$	5	$6\cdot10^{-1}$	5	з
45,8	$1{,}3\cdot10^{-1}$	1	$1{,}3\cdot10^{-1}$	1	и
63,6	$1{,}3\cdot10^{-2}$	10^{-1}	$1{,}3\cdot10^{-2}$	10^{-1}	к
91,7	$1{,}3\cdot10^{-4}$	10^{-3}	$1{,}3\cdot10^{-4}$	10^{-3}	л
200	$1{,}3\cdot10^{-7}$	10^{-6}	$1{,}3\cdot10^{-7}$	10^{-6}	м
Космос	$1{,}3\cdot10^{-10}$	10^{-9}	$1{,}3\cdot10^{-10}$	10^{-9}	н
Средний космос	$1{,}3\cdot10^{-13}$	10^{-12}	$1{,}3\cdot10^{-13}$	10^{-12}	о
Дальний космос	$1{,}3\cdot10^{-14}$	10^{-13}	$1{,}3\cdot10^{-14}$	10^{-13}	п

Таблица 1.48. **Связь между степенями жесткости по влажности воздуха и исполнениями изделий**

Степень жесткости по влажности	Климатическое исполнение	Категория размещения	Характеристика категории размещения
I	У, ХЛ, ТС	4; 4.1; 4.2	Для работы в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями (например, в закрытых отапливаемых и вентилируемых производственных помещениях)
	ТС	2; 3	Для работы в закрытых помещениях без искусственно регулируемых климатических условий; в кожухе комплектного устройства (аппаратуры), под навесом
	ТС	1	Для работы на открытом воздухе
II	У, ХЛ	1.1	Переносная аппаратура для кратковременной работы на открытом воздухе
III	У, ХЛ	3	Для работы в помещениях без искусственно регулируемых климатических условий и несущественными колебаниями температуры и влажности
IV	У, ХЛ	1; 2	Для работы на открытом воздухе. В помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе; в кожухе аппаратуры (комплектного устройства), предназначенной

Окончание табл. 1.48

Степень жесткости по влажности	Климатическое исполнение	Категория размещения	Характеристика категории размещения
			для работы на открытом воздухе
V	У, ХЛ	5	Для работы в помещениях с повышенной влажностью, в том числе подвалы, невентилируемые подземные, некоторые судовые, некоторые производственные
VI	Т, ТВ, ТМ, ОМ, О, В	4.2	Для работы в помещениях лабораторного типа, капитальных жилых домах и т. п.
VI	М	3; 4	Для работы в помещениях
VII	Т, ТВ	3; 4	Для работы в помещениях без исскуственно регулируемых климатических условий и несущественными колебаниями температуры и влажности; в отапливаемых (или охлаждаемых) и вентилируемых помещениях
VII	М	1; 2	Для работы на открытом воздухе или под навесом
VIII	Т, ТВ, ТМ, ОМ,	1; 2; 5	Для работы на открытом воздухе, под навесом, в помещениях без искусственно регулируемых климатических условий, в кожухе комплектного изделия, предназначенного для работы на открытом воздухе, во влажных помещениях

ХЛ4.1; У4.2 и ХЛ4.2; Т4; Т4.1; Т4.2; ТС2.1; О3; О3.1, не используются, так как изделия этих видов климатических исполнений удовлетворяют требованиям, предъявляемым к изделиям следующих видов климатических исполнений соответственно: УХЛ4; УХЛ4.1; УХЛ4.2; О4; О4.1; О4.2; ТС2; В3; В3.1.

Цифровые обозначения климатических исполнений изделий, приведенные в табл. 1.44, применяются исключительно для обработки данных на цифровых вычислительных машинах. В скобках приведены обозначения, принятые в некоторых международных стандартах.

Характеристика видов и значений климатических и механических факторов, отражающих условия эксплуатации трансформаторов, подразделяются по степеням жесткости. Связи между степенями жесткости по влажности воздуха и исполнениями трансформаторов приведены в табл. 1.48.

Факторы климатического воздействия. Нормальные значения температуры окружающего воздуха, отражающие условия эксплуатации трансформаторов, приведены в табл. 1.49. Для трансформаторов исполнения У, которые по условиям эксплуатации могут иметь перерывы в работе при эпизодически появляющихся температурах ниже −40 °С, нижнее значение рабочей температуры в техниче-

Таблица 1.49. **Рабочая температура окружающего воздуха при эксплуатации трансформаторов**

Исполнение изделия	Категория изделия	Температура воздуха, °С: рабочая, верхняя	рабочая, нижняя	рабочая, средняя	предельная рабочая, верхняя	предельная рабочая, нижняя
У	1; 1.1;					
	2; 2.1;					
	3	40	−45	10	45	−50
	3.1	40	−10	10	45	−10
	5; 5.1	35	−5	10	35	−5
ХЛ	1; 1.1;					
	2; 2.1;					
	3	40	−60	10	45	−60
	3.1	40	−10	10	45	−10
	5; 5.1	35	−10	10	35	−10
УХЛ	1; 1.1;					
	2; 2.1;					
	3	40	−60	10	45	−60
	3.1	40	−10	10	45	−10
	4	35	1	20	40	1
	4.1	25	10	20	40	1
	4.2	35	10	20	40	1
	5; 5.1	35	−10	10	35	−10
ТВ	1; 1.1;					
	2; 2.1;					
	3; 3.1	45	1	27	50	1
	4	45	1	27	50	1
	4.1	25	10	20	40	1
	4.2	45	10	27	45	10
	5; 5.1	35	1	10	35	1
Т,	1; 1.1;					
ТС	2; 2.1;					
	3; 3.1	45	−10	27	55	−10
	4	45	1	27	55	1
	4.1	25	10	20	40	1
	4.2	45	10	27	45	10
	5; 5.1	35	1	10	35	1
О	1; 1.1;					
	2; 2.1	45	−60	27	55	−60
	4	45	1	27	55	1
	4.1	25	10	20	40	1
	4.2	45	10	27	45	1
	5; 5.1	35	−10	10	35	−10
М	1; 1.1;					
	2; 2.1;					
	3; 5;					
	5.1	40	−40	10	45	−40
	4; 3.1	40	−10	20	40	−10
	4.1	35	15	20	40	1
М	4.2	40	1	20	40	1
ТМ	1; 1.1;					
	2; 2.1;					
	3; 5;					
	5.1	45	1	27	45	1
	4	45	1	27	45	1
	4.1	35	10	20	40	1
	4.2	45	1	27	45	1
ОМ	1; 1.1;					
	2; 2.1;					
	3; 5;					

Окончание табл. 1.49

Исполнение изделия	Категория изделия	Температура воздуха, °C				
		рабочая			предельная рабочая	
		верхняя	нижняя	средняя	верхняя	нижняя
В	5.1	45	—40	27	45	—40
	4; 3.1	45	—10	27	45	—10
	4.1	35	15	20	40	1
	1; 1.1; 2; 2.1; 3	45	—60	27	35	—60
	3.1; 4	25	10	27	55	—10
	4.1	25	10	20	45	1
	4.2	45	1	27	45	1
	5; 5.1	45	—40	27	45	—40

Таблица 1.50. **Рабочие значения относительной влажности и температуры**

Исполнения изделий	Категории изделий	Относительная влажность		
		среднемесячное значение в наиболее теплый и влажный период	продолжительность действия, мес.	верхнее значение
УХЛ	4; 4.1; 4.2	60% при 20°C	12	80% при 25°C
У, УХЛ (ХЛ)	1; 2	80% при 15°C	6	100% при 25°C
	1.1	70% при 15°C	2	98% при 25°C
	2.1; 3; 3.1	80% при 15°C	6	98% при 25°C
	5	90% при 15°C	12	100% при 25°C
	5.1	90% при 15°C	12	98% при 25°C
ТС	1; 2	40% при 27°C	12	100% при 25°C
	1.1; 4.2 3; 3.1; 4; 4.1	40% при 27°C	12	80% при 25°C
	5	90% при 15°C	12	100% при 25°C
	5.1	90% при 15°C	12	80% при 25°C
ТВ, Т, О, В, ТМ,ОМ	1; 2; 5	80% при 27°C	12	100% при 35°C
	1.1	70% при 27°C	4	98% при 35°C
	2.1; 5.1	80% при 27°C	12	98% при 35°C
	3; 3.1; 4	70% при 27°C	12	98% при 35°C
ТВ, Т, О, В, ТМ,ОМ М	4.1	60% при 20°C	12	80% при 25°C
	4.2	70% при 27°C	3	98% при 35°C
	1; 2	80% при 22°C	6	100% при 25°C
	1.1	70% при 22°C	2	98% при 25°C
	2.1	80% при 22°C	6	98% при 25°C

Окончание табл. 1.50

Исполнения изделий	Категории изделий	Относительная влажность		
		среднемесячное значение в наиболее теплый и влажный период	продолжительность действия, мес.	верхнее значение
ТВ, Т, О, В, ТМ, ОМ, М	3; 4; 3.1	70% при 22°C	6	98% при 25°C
	4.1	60% при 20°C	12	80% при 25°C
	4.2	70% при 22°C	2	98% при 25°C
	5	80% при 22°C	12	100% при 25°C
	5.1	80% при 22°C	12	98% при 25°C

Таблица 1.51. **Степени жесткости по температуре воздуха при эксплуатации трансформаторов, их транспортировании и хранении**

Воздействующие факторы		°C	K	Степень жесткости
Температура воздуха или другого газа при эксплуатации	Верхнее значение	40	313	I
		45	318	II
		50	323	III
		55	328	IV
		60	333	V
		70	343	VI
		85	358	VII
		100	373	VIII
		125	398	IX
		155	428	X
		200	473	XI
		250	523	XII
		315	588	XIII
		400	673	XIV
		500	773	XV
	Нижнее значение	1	274	I
		—5	268	II
		—10	263	III
		—25	248	IV
		—30	243	V
		—40	233	VI
		—45	228	VII
		—60	213	VIII
		—85	183	IX
Температура воздуха или другого газа при транспортировании и хранении	Верхнее значение	50	323	I
		60	333	II
	Нижнее значение	—50	223	I
		—60	213	II
		—85	188	III

ски обоснованных случаях принимается равным —40 °C. Для изделий исполнения ТВ в некоторых областях с субтропическим климатом нижнее предельное значение принимается равным —10 °C.

Рабочие значения влажности воздуха (сочетания относительной влажности и температуры) приведены в табл. 1.50, в которой указаны также степени жесткости по

Таблица 1.52. **Степени жесткости по относительной влажности внешней среды при эксплуатации, транспортировании и хранении трансформаторов**

Верхнее значений относительной влажности	Среднемесячное значение в наиболее теплый и влажный период	Продолжительность воздействия, мес.	Степени жесткости
80 % при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги	65 % при 20 °С	12	I
98 % при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги	80 % при 20 °С	2	II
98 % при 25 °С и более низких температурах без конденсации влаги	80 % при 20 °С	6	III
100 % при 25 °С и более низких температурах с конденсацией влаги	80 % при 20 °С	6	IV
100 % при 25 °С и более низких температурах с конденсацией влаги	90 % при 20 °С	12	V
98 % при 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги	80 % при 27 °С	3	VI
98 % при 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги	80 % при 27 °С	12	VII
100 % при 35 °С и более низких температурах с конденсацией влаги	90 % при 27 °С	12	VIII

Таблица 1.53. **Номинальные значения атмосферного давления**

Воздействующие факторы	Атмосферное давление		Степень жесткости
	Па	мм рт. ст.	
Пониженное атмосферное давление	70 000	525	I
	53 600	400	II
	26 630	200	III
	12 000	90	IV
	2000	15	V
	666	5	VI
	133,32	1	VII
	13,332	10^{-1}	VIII
	1,333	10^{-2}	IX
	0,00013	10^{-6}	X
Повышенное давление воздуха или другого газа	150 000	1120	I
	300 000	2240	II

Таблица 1.54. **Виды механических воздействующих факторов и значения их характеристик**

Воздействующие факторы		Характеристика				Степени жесткости
		Диапазон частот, Гц	Максимальное ускорение, g	Максимальное ускорение, м/с²	Длительность удара, мс	
Вибрационные нагрузки		1...35	0,5	4,91	—	I
		1...60	1	9,81	—	II
		1...60	2	19,6	—	III
		1...80	5	49,1	—	IV
		1...100	1	9,81	—	V
		1...200	5	49,1	—	VI
		1...200	10	98,1	—	VII
		1...600	5	49,1	—	VIII
		1...600	10	98,1	—	IX
		1...1000	10	98,1	—	X
		1...2000	5	49,1	—	XI
		1...2000	10	98,1	—	XII
		1...2000	15	147	—	XIII
		1...2000	20	196	—	XIV
		1...3000	20	196	—	XV
		1...5000	10	98,1	—	XVI
		1...5000	20	196	—	XVII
		1...5000	30	294	—	XVIII
		1...5000	40	392,4	—	XIX
		1...5000	40	392,4	—	XX
Ударные нагрузки	Многократные	—	15	147	2...15	I
		—	40	392,4	2...10	II
		—	75	735	2...6	III
		—	150	1471	1...3	IV
	Одиночные	—	4	39,2	40...60	I
		—	20	196	20...50	II
		—	75	735	2...6	III
		—	150	1471	1...3	IV
		—	500	4905	1...2	V
		—	1000	9810	0,2...1	VI
		—	1500	14710	0,2...0,5	VII
		—	3000	29400	0,2...0,5	VIII
Линейные (центробежные) нагрузки		—	10	98,1	—	I
		—	25	245	—	II
		—	50	491	—	III
		—	100	981	—	IV
		—	150	1471	—	V
		—	200	1962	—	VI
		—	500	4905	—	VII

относительной влажности. Для встроенных элементов, предназначенных для внутреннего монтажа в аппаратуре (комплексных изделиях), конструктивное оформление которой исключает возможность конденсации влаги на этих элементах, вместо указанных в табл. 1.50 верхних значений относительной влажности 100 % с конденсацией влаги указывают верхнее значение 98 % без конденсации влаги. Среднемесячное значение влажности используется при оценке возможных в течение срока службы и хранения изменений параметров трансформаторов, связанных со сравнительно длительными процессами.

Степени жесткости по температуре внешней среды, отражающие условия эксплуатации изделий электронной техники и электротехники приведены в табл. 1.51.

Установленные для изделий электронной техники (в том числе, трансформаторов различного назначения) степени жесткости по относительной влажности при среднемесячных значениях температуры приведены в табл. 1.52.

Степени жесткости по пониженному и повышенному давлению воздуха, соответствующие требованиям ГОСТ 16962—71, приведены в табл. 1.53.

Факторы механических воздействий. К трансформаторам, как изделиям электронной техники, предназначенным для работы в условиях воздействия механических нагрузок, предъявляются требования по прочности и устойчивости при воздействии этих нагрузок. Виды механических воздействующих факторов и значения их характеристик (степени жесткости), отражающие условия эксплуатации, приведены в табл. 1.54. Для всех, приведенных в таблице диапазонов частот, амплитуда вибрации не превышает 10 мм. При необходимости и наличии данных по характеристикам случайной вибрации при эксплуатации к трансформатору могут предъявляться требования по воздействию случайной вибрации взамен требований по вибрационным нагрузкам, указанным в данной таблице. Степени жесткости XVI—XX по вибрационным нагрузкам применяются для трансформаторов миниатюрных и сверхминиатюрных конструкций. При этом следует иметь в виду, что степень жесткости XX по вибрационным нагрузкам применяется в техническн обоснованных случаях в качестве дополнительного требования к другим степеням жесткости.

Нормированным значениям ускорений, приведенным в табл. 1.54, соответствуют нормированные значения длительности удара и значения резонансных частот. Значения длительности удара для выборочного ряда ускорений приведены в табл. 1.55.

Таблица 1.55. **Длительность удара для ряда ускорений при механических нагрузках**

Степень жесткости	Ускорение, g	Длительность, мс	Общее число ударов
I	15	2...15	10 000
II	40	2...10	10 000
III	75	2...6	4000
IV	150	1...3	4000

Глава вторая

МАГНИТОПРОВОДЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ БЫТОВОЙ РЭА

Для изготовления трансформаторов наиболее часто применяются магнитопроводы следующих типов: Ш — броневой магнитопровод; ШЛ — броневой ленточный магнитопровод, с наименьшей массой; ШЛМ — броневой ленточный, с уменьшенным расходом меди; ШЛП — броневой ленточный, с наименьшим объемом; ШЛО — броневой ленточный, с увеличенной шириной окна; ШЛР — броневой ленточный, наименьшей стоимости; П — стержневой магнитопровод или сердечник; ПЛ — стержневой ленточный; ПЛВ — стержневой ленточный, с наименьшей массой; ПЛМ — стержневой ленточный, наименьшей стоимости; О — тороидальный магнитопровод или сердечник; ОЛ — тороидальный (кольцевой) ленточный.

2.1. Магнитопроводы типа Ш

Пластинчатые магнитопроводы типа Ш нашли широкое применение в аппаратуре и приборах общепромышленного применения, к которым относится и бытовая РЭА: телевизоры, радиоприемники, магнитофоны, магнитолы,

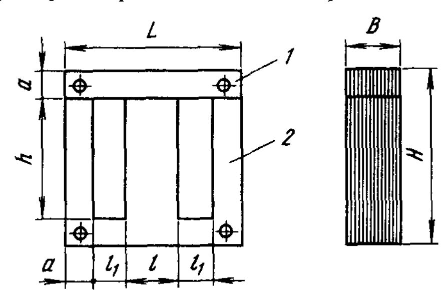


Рис. 2.1. **Пластина броневого магнитопровода унифицированной конструкции типа Ш**

Таблица 2.1. **Конструктивные размеры магнитопроводов типа Ш**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	h, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм	B, мм	H, мм
Ш4×4	2	10	4	4	16	4	14
Ш4×6						6	
Ш4×8						8	
Ш4×10						10	
Ш4×12						12	
Ш6×6	3	15	6	6	24	6	21
Ш6×8						8	
Ш6×10						10	
Ш6×12						12	
Ш6×16						16	
Ш8×8	4	20	8	8	32	8	28
Ш8×10						10	
Ш8×12						12	
Ш8×16						16	
Ш8×20						20	
Ш10×8	5	25	10	10	40	8	35
Ш10×10						10	
Ш10×12						12	

Типоразмер магнитопровода	a, мм	h, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм	B, мм	H, мм
Ш10×16 Ш10×20 Ш10×25	5	25	10	10	40	16 20 25	35
Ш12×10 Ш12×12 Ш12×16 Ш12×20 Ш12×25 Ш12×32	6	30	12	12	48	10 12 16 20 25 32	42
Ш16×10 Ш16×12 Ш16×16 Ш16×20 Ш16×25 Ш16×32 Ш16×40	8	40	16	16	64	10 12 16 20 25 32 40	56
Ш20×12 Ш20×16 Ш20×20 Ш20×25 Ш20×32 Ш20×40 Ш20×50	10	50	20	20	80	12 16 20 25 32 40 50	70
Ш25×16 Ш25×20 Ш25×25	12,5	62,5	25	25	100	16 20 25	87,5
Ш25×32 Ш25×40 Ш25×50 Ш25×64	12,5	62,5	25	25	100	32 40 50 64	87,5
Ш32×20 Ш32×25 Ш32×32 Ш32×40 Ш32×50 Ш32×64 Ш32×80	16	80	32	32	128	20 25 32 40 50 64 80	112
Ш40×25 Ш40×32 Ш40×40 Ш40×50 Ш40×64 Ш40×80 Ш40×100	20	100	40	40	160	25 32 40 50 64 80 100	140

Таблица 2.2. **Расчетные параметры броневых пластинчатых магнитопроводов типа Ш**

Типоразмер магнитопровода	Площадь поперечного сечения стали $S_{ст}$, см	Площадь окна магнитопровода $S_{ок}$, см	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна $S_{ст} \cdot S_{ок}$, см	Средняя длина витка проводника $l_{ср.м}$,	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, см	Конструктивная постоянная β, см	Ориентировочная масса, г
Ш4×4 Ш4×6 Ш4×8 Ш4×10 Ш4×12	0,16 0,24 0,32 0,4 0,48	0,4	0,064 0,096 0,128 0,16 0,192	3,9	0,562 0,842 1,12 1,252 1,53	0,0042 0,0063 0,0084 0,0105 0,0126	10,4 11,3 15,7 21,1 26,5
Ш6×6 Ш6×8 Ш6×10 Ш6×12 Ш6×16	0,36 0,48 0,6 0,72 0,96	0,9	0,324 0,432 0,54 0,648 0,864	5,44	1,76 2,61 3,072 3,53 3,913	0,0109 0,0145 0,0182 0,0218 0,0291	24,3 36,6 42,3 52,7 55,4
Ш8×8 Ш8×10 Ш8×12	0,64 0,8 0,96	1,6	1,024 1,28 1,536	6,8	2,962 4,268 4,861	0,0221 0,0276 0,0332	38,6 43,8 56,6
Ш8×16 Ш8×20	1,28 1,6	1,6	2,048 2,56	6,8	5,82 6,321	0,0442 0,0553	61,8 73,2

Типоразмер магнитопровода	Площадь поперечного сечения стали $S_{СТ}$, см^2	Площадь окна магнитопровода $S_{ОК}$, см^2	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна $S_{СТ} \cdot S_{ОК}$, см^4	Средняя длина витка проводника $l_{ср.м}$,	Активный объем магнитопровода $V_{СТ}$, см^3	Конструктивная постоянная β, см^2	Ориентировочная масса, г
Ш10×8	0,8	2,5	2	8,57	4,06	0,0272	54,5
Ш10×10	1		2,5		5,09	0,034	67,5
Ш10×12	1,2		3		7,72	0,0408	86,3
Ш10×16	1,6		4		9,15	0,0544	104,5
Ш10×20	2		5		10,56	0,068	141,1
Ш10×25	2,5		6,25		13,314	0,0851	186,4
Ш12×10	1,2	3,6	4,32	10,28	9,88	0,0408	93,4
Ш12×12	1,44		5,184		14,48	0,05	109,8
Ш12×16	1,92		6,912		19,31	0,0654	141,9
Ш12×20	2,4		8,64		21,35	0,0817	178,3
Ш12×25	3		10,8		30,2	0,0998	223
Ш12×32	3,84		13,824		38,5	0,1308	278,8
Ш16×10	1,6	6,4	10,24	13,7	19,7	0,0545	156
Ш16×12	1,92		12,288		26,4	0,0654	190
Ш16×16	2,56		16,384		35,2	0,0872	260
Ш16×20	3,2		20,48		43,8	0,1092	320
Ш16×25	4		25,6		54,8	0,1363	400
Ш16×32	5,12		32,678		70,3	0,1746	510
Ш16×40	6,4		40,96		87,6	0,2182	630
Ш20×12	2,4	10	24	17,14	41,2	0,0816	300
Ш20×16	3,2		32		55	0,1089	400
Ш20×20	4		40		68,6	0,1361	500
Ш20×25	5		50		85,7	0,1778	620
Ш20×32	6,4	10	64	17,14	110	0,2273	800
Ш20×40	8		80		137	0,2723	990
Ш20×50	10		100		172	0,3403	1240
Ш25×16	4	15,63	62,52	21,4	45,5	0,1365	620
Ш25×20	5		78,15		107	0,1706	770
Ш25×25	6,25		97,875		134	0,2137	970
Ш25×32	8		125,04		171	0,273	1230
Ш25×40	10		156,3		214	0,3412	1550
Ш25×50	12,5		195,37		268	0,4266	1930
Ш25×64	16		250,08		342	0,5461	2470
Ш32×20	6,4	25,6	163,84	27,4	175	0,2182	1270
Ш32×25	8		204,8		220	0,2727	1580
Ш32×32	10,24		262,14		280	0,3491	2020
Ш32×40	12,8		327,68		351	0,4364	2530
Ш32×50	16		409,6		440	0,5456	3170
Ш32×64	20,48		524,288		560	0,6983	4040
Ш32×90	25,6		655,36		704	0,8927	5070
Ш40×25	10	40	400	34,3	342	0,3999	2470
Ш40×32	12,8		512		440	0,4352	3160
Ш40×40	16		640		550	0,5499	3960
Ш40×50	20		800		680	0,6798	4950
Ш40×64	25		1024		880	0,8703	6320
Ш40×80	32		1280		1100	1,0879	7920
Ш40×100	40		1600		1370	1,3599	9860

усилители, преобразователи, зарядные устройства, автотрансформаторы, стабилизаторы, блоки питания и многие другие изделия.

Общий вид и габаритные размеры пластинчатых броневых магнитопроводов унифицированной конструкции типа Ш приведены на рис. 2.1. Конструктивные размеры магнитопроводов типа Ш приведены в табл. 2.1. Расчетные параметры пластинчатых магнитопроводов указаны в табл. 2.2.

Пластинчатые магнитопроводы типа Ш предназначены для работы в интервале температур —60...+155 °С, в диапазоне частот от 50 Гц до десятков килогерц в составе изделий электронной техники и электротехники, на которые распространяются требования в части воздействия внешних воздействующих факторов по ГОСТ 25467—82Е. Надежность эксплуатации и устойчивость броневых магнитопроводов типа Ш к воздействию внешних факторов обеспечивается свойствами применяемых электромагнитных материалов, а также конструкцией сборочных единиц, в которых их используют. Эксплуатация магнитопроводов типа Ш в условиях повышенной влажности обеспечивается дополнительной герметизацией сборочных единиц, в которых применяются рассматриваемые магнитопроводы. В этих случаях применяется технология нанесения дополнительных покрытий изолирующими лаками, пропитка, заливка герметизирующими составами.

Такой конструктивный параметр, как коэффициент заполнения сечения магнитопровода сталью K_{CT}, зависит от технологии сборки и способа изоляции пластин друг от друга. Для магнитопроводов типа Ш K_{CT} = 0,75...0,93.

Магнитопроводам и сердечникам типа Ш присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. Условное обозначение магнитопроводов типа Ш состоит из слова "магнитопровод", обозначения типоразмера магнитопровода и обозначения стандарта или технических условий, по которым выпускаются эти изделия. В обозначении типоразмера магнитопровода буква Ш обозначает, что магнитопровод собирается из пластин типа Ш, цифры характеризуют номинальные размеры ширины среднего стержня и толщины магнитопровода. Например, магнитопровод Ш12×25.

Пластинчатые броневые магнитопроводы типа ШI унифицированного ряда изготавливаются в исполнениях 1 (рис. 2.2) и 2 (рис. 2.3) из пластин электротехнической стали типа I и типа ШI (рис. 2.4 и 2.5). Пластинчатым броневым магнитопроводам присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. Условное обозначение магнитопровода состоит из слова "магнитопровод", обозначения типоразмера магнитопровода и обозначения стандарта или технических условий, по которым выпускаются магнитопроводы. Пример условного обозначения: магнитопровод ШI—10×10 ГОСТ 20249—80.

Общий вид и габаритные размеры пластинчатых броневых магнитопроводов приведены на рис. 2.2 и 2.3. Конструктивные размеры магнитопроводов типа ШI приведены в табл. 2.3. Расчетные параметры пластинчатых магнитопроводов типа ШI приведены в табл. 2.4. Типы и размеры броневых пластинчатых магнитопроводов типа ШI соответствуют требованиям ГОСТ 20249—80.

Конструктивные размеры пластин типов I и ШI приведены в табл. 2.5 и 2.6. Пластины типа ШI изготавливаются с различными геометрическими размерами и отличаются друг от друга соответствующими обозначениями: ШI — пластина Ш-образная высотой стержней h в 2,5; 2,8; 3 раза больше ширины окна l_1. Шу — пластина Ш-образная с уширенным основанием и высотой стержней h в 3;

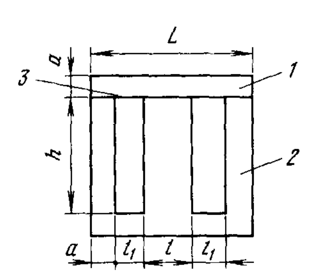


Рис. 2.2. Пластина броневого магнитопровода унифицир ванной конструкции типа ШI (исполнение I)

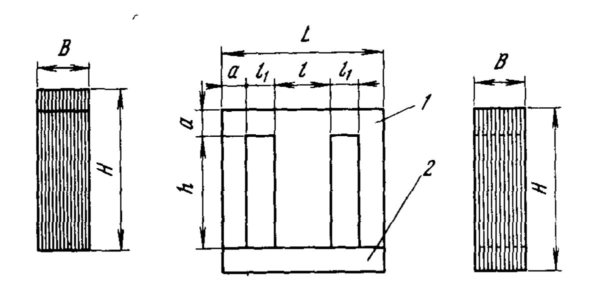


Рис. 2.3. Пластина броневого магнитопровода унифицир ванной конструкции типа ШI (исполнение II)

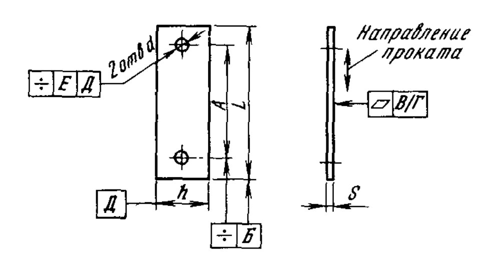


Рис. 2.4. Пластина броневого магнитопровода унифицир ванной конструкции типа I

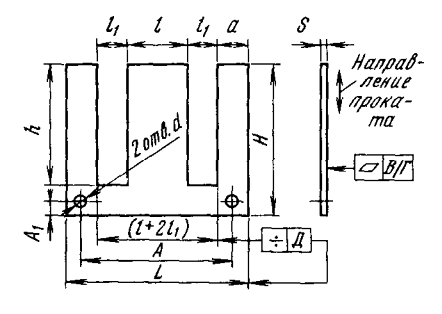


Рис. 2.5. Пластина броневого магнитопровода типов Ш Ша, Шб, Шу

3,16; 3,4; 3,5; 5 раз больше ширины окна; Ша — пласти Ш-образная высотой стержней h больше ширины окн Шб — пластина Ш-образная высотой стержней h меньш ширины окна. Общий вид и габаритные размеры пласти типа Ша, Шб, Шу приведены на рис. 2.5. и в табл. 2.6.

Т а б л и ц а 2.3. **Конструктивные размеры магнитопроводов типа ШI**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм	B, мм	h, мм	H, мм	Типоразмер магнитопровода	a, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм	B, мм	h, мм	H, мм
ШI-2×2,5	1	2	2	8	2,5	5	7	ШI-14б×28	7	14	7	42	28	21	35
ШI-2×4	1	2	2	8	4	5	7	ШI-16×16	8	16	16	64	16	40	56
ШI-2,5×3,2	1,25	2,5	2,5	10	3,2	6,25	8,75	ШI-16×20	8	16	16	64	20	40	56
ШI-2,5×5	1,25	2,5	2,5	10	5	6,25	8,75	ШI-16×25	8	16	16	64	25	40	56
ШI-3×4	1,5	3	3	12	4	7,5	10,5	ШI-16а×16	10	16	10	56	16	28	48
ШI-3×6,3	1,5	3	3	12	6,3	7,5	10,5	ШI-16а×24	10	16	10	56	24	28	48
ШI-4×4	1,5	4	4	15	4	10	14	ШI-16а×32	10	16	10	56	32	28	48
ШI-4×5	1,5	4	4	15	5	10	14	ШI-16б×16	8	16	8	48	16	24	40
ШI-4×6	1,5	4	4	15	6	10	14	ШI-16б×24	8	16	8	48	24	24	40
ШI-4×8	1,5	4	4	15	8	10	14	ШI-16б×32	8	16	8	48	32	24	40
ШI-5×6,3	2,5	5	5	20	6,3	12,5	17,5	ШI-18б×18	9	18	9	54	18	27	45
ШI-5×10	2,5	5	5	20	10	12,5	17,5	ШI-18б×27	9	18	9	54	27	27	45
ШI-6×8	3	6	6	24	8	10	21	ШI-18б×36	9	18	9	54	36	27	45
ШI-6×12,5	3	6	6	24	12,5	15	21	ШI-19а×19	12	19	12	67	19	33,5	57,5
ШI-8×10	4	8	8	32	10	20	28	ШI-19а×28	12	19	12	67	28	33,5	57,5
ШI-8×16	4	8	8	32	16	20	28	ШI-19а×38	12	19	12	67	38	33,5	57,5
ШI-8а×8	5	8	5	28	8	14	24	ШI-20×20	10	20	20	80	20	50	70
ШI-8а×12	5	8	5	28	12	14	24	ШI-20×25	10	20	20	80	25	50	70
ШI-10×12,5	5	10	10	40	12,5	25	35	ШI-20×32	10	20	20	80	32	50	70
ШI-10×16	5	10	10	40	16	25	35	ШI-20×40	10	20	20	80	40	50	70
ШI-10×20	5	10	10	40	20	25	35	ШI-20б×20	10	20	10	60	20	30	50
ШI-10а×10	6,5	10	6,5	36	10	18	31	ШI-20б×30	10	20	10	60	30	30	50
ШI-10а×16	6,5	10	6,5	36	16	18	31	ШI-20б×40	10	20	10	60	40	30	50
ШI-10а×20	6,5	10	6,5	36	20	18	31	ШI-22б×20	11	22	11	66	20	33	55
ШI-10б×10	5	10	5	30	10	15	25	ШI-25×25	12,5	25	25	100	32	62,5	87,5
ШI-10б×15	5	10	5	30	15	15	25	ШI-25×32	12,5	25	25	100	32	62,5	87,5
ШI-10б×20	5	10	5	30	20	20	25	ШI-25×40	12,5	25	25	100	40	62,5	87,5
ШI-12×12	6	12	12	48	12	30	42	ШI-25×50	12,5	25	25	100	50	62,5	87,5
ШI-12×16	6	12	12	48	16	30	42	ШI-25б×25	12,5	25	12,5	75	25	37,5	62,5
ШI-12×20	6	12	12	48	20	30	42	ШI-26а×26	17	26	17	94	26	47	81
ШI-12×25	6	12	12	48	25	30	42	ШI-26а×39	17	26	17	94	32	47	81
ШI-12а×12	8	12	8	44	12	22	38	ШI-26а×52	17	26	17	94	52	47	81
ШI-12а×18	8	12	8	44	18	22	38	ШI-28б×28	14	28	14	84	28	42	70
ШI-12а×24	8	12	8	44	24	22	38	ШI-32×32	16	32	32	128	32	80	112
ШI-12б×12	6,4	12,8	6,4	38,4	12	19,2	32	ШI-32×40	16	32	32	128	40	80	112
ШI-12б×18	6,4	12,8	6,4	38,4	18	19,2	32	ШI-32×50	16	32	32	128	50	80	112
ШI-12б×24	6,4	12,8	6,4	38,4	24	19,2	32	ШI-32б×32	16	32	16	96	32	48	80
ШI-14а×14	9	14	9	50	14	25	43	ШI-36б×36	18	36	18	108	36	54	90
ШI-14а×21	9	14	9	50	21	25	43	ШI-40×40	20	40	40	160	40	100	140
ШI-14а×28	9	14	9	50	28	25	43	ШI-40×50	20	40	40	160	50	100	140
ШI-14б×14	7	14	7	42	14	21	35	ШI-40×80	20	40	40	160	80	100	140
ШI-14б×21	7	14	7	42	21	21	35	ШI-40б×40	20	40	20	120	40	60	100

Т а б л и ц а 2.4. **Расчетные параметры броневых пластинчатых магнитопроводов типа ШI**

Типоразмер магнитопровода	Типоразмер пластин	Средняя длина магнитной силовой линии l_c, см	Средняя длина витка проводника l_o, см	Площадь поперечного сечения стержня S_c, см^2	Площадь окна магнитопровода $S_{ок}$, см^2	Активный объем магнитопровода V_c, см^3	Конструктивная постоянная $\beta \times 10^{-2}$, см^2
ШI-2×2,5	I-2;	1,72	2,04	0,05	0,1	0,09	0,135
ШI-2×4	Ш-2;		2,34	0,08		0,15	0,1
ШI-2,5×3,2	I-2,5;	2,2	2,41	0,08	0,15	0,18	0,227
ШI-2,5×5	Ш-2,5		2,77	0,12		0,28	0,309

Типоразмер магнитопровода	Типоразмер пластин	Средняя длина магнитной силовой линии l_c, *см*	Средняя длина витка проводника l_o, см	Площадь поперечного сечения *стержня* S_c, см^2	Площадь окна магнитопровода $S_{ок}$, см^2	Активный объем магнитопровода V_c, *см*^{3}	Конструктивная постоянная $\beta \times 10^{-2}$, *см*^{2}
ШI-3×4	I-3;	2,57	2,79	0,12	0,22	0,33	0,365
ШI-3×6,3	Ш-3		3,25	0,19		0,51	0,492
ШI-4×4	I-4;	3,43	3,24	0,16	0,4	0,52	0,56
ШI-4×5	Ш-4		3,44	0,2		0,65	0,661
ШI-4×6			3,84	0,24		0,78	0,72
ШI-4×8			4,04	0,31		1,04	0,897
ШI-5×6,3	I-5;	4,2	4,15	0,31	0,62	1,42	1,101
ШI-5×10	Ш-5		4,89	0,49		2,25	1,483
ШI-6×8	I-6;	5,14	4,94	0,47	0,89	2,6	1,667
ШI-6×12,5	Ш-6		5,84	0,74		4,05	2,207
ШI-8×10	I-8;	6,86	6,24	0,63	1,6	4,26	1,89
ШI-8×16	Ш-8		7,44	1,27		9,22	3,957
ШI-8a×8	I-8a;	4,61	5,1	0,63	0,7	4,26	1,89
ШI-8a×12	Ш-8a		5,89	0,95		6,38	2,468
ШI-10×12,5	I-10;	8,57	7,64	1,24	2,49	11,25	4,72
ШI-10×16	Ш-10a		8,34	1,59		11,4	5,54
ШI-10×20			9,14	1,99		18	6,327
ШI-10a×10	I-10a;	5,66	6,27	0,99	1,63	8,82	3,2
ШI-10a×16	Ш-10a		7,47	1,59		14,11	4,362
ШI-10a×20			8,27	1,99		17,63	4,932
ШI-10б×10	I-10б;	6,3	5,89	0,99	0,75	6	2,0
ШI-10б×15	Ш-10б		6,89	1,49		9	2,575
ШI-10б×20			7,89	1,98		12	2,988
ШI-12×12	I-12;	10,3	8,44	1,42	3,58	15,55	5,848
ШI-12×16	Ш-12		9,24	1,9		20,74	7,1
ШI-12×20			10,1	2,38		25,92	8,19
ШI-12×25			11,48	2,97		32,4	10,84
ШI-12a×12	I-12a;	6,82	7,44	1,42	1,75	15,84	4,932
ШI-12a×18	Ш-12a		8,64	2,14		23,76	6,356
ШI-12a×24			9,84	2,86		31,68	7,432

Типоразмер магнитопровода	Типоразмер пластин	Средняя длина магнитной силовой линии l_C, см	Средняя длина витка проводника l_O, см	Площадь поперечного сечения стержня S_C, см^2	Площадь окна магнитопровода S_{OK}, см^2	Активный объем магнитопровода V_C, см^3	Конструктивная постоянная $\beta\times10^{-2}$, см^2
ШI-12б×12 ШI-12б×18 ШI-12б×24	I-12б; Ш-12б	7,13	7,2 8 9,6	1,42 2,14 2,85	1,22	11,81 17,71 23,61	3,6 4,876 5,436
ШI-14а×14 ШI-14а×21 ШI-14а×28	I-14а; Ш-14а	7,92	8,93 10,33 11,73	1,95 2,92 3,89	2,24	23,81 35,7 47,6	6,176 7,995 9,379
ШI-14б×14 ШI-14б×21 ШI-14б×28	I-14б; Ш-14б	7,8	8,43 9,83 11,23	1,95 2,92 3,89	1,46	23,81 24,7 32,93	6,176 5,56 4,484
ШI-16×16 ШI-16×20 ШI-16×25 ШI-16×32	I-16; Ш-16	13,71	11,32 12,48 13,48 14,8	2,54 3,18 3,97 5,08	6,37	36,86 46,1 57,6 73,73	10,425 11,838 13,683 15,148
ШI-16а×16 ШI-16а×24 ШI-16а×32	I-16а; Ш-16а	9,03	11,32 11,78 13,38	2,54 3,81 5,1	2,79	36,86 51,08 68,1	10,425 9,994 11,78
ШI-16б×16 ШI-16б×24 ШI-16б×32	I-16б; Ш-16б	8,92	9,68 11,28 12,88	2,54 3,82 5,1	1,91	24,6 36,86 49,15	5,62 7,251 8,478
ШI-18б×18 ШI-18б×27 ШI-18б×36	I-18б; Ш-18б	10,3	10,73 12,53 14,33	3,22 4,83 6,43	2,42	34,99 52,49 69,98	7,05 9,06 10,545
ШI-19а×19 ШI-19а×28 ШI-19а×38	I-19а; Ш-19а	10,14	11,88 13,68 15,68	3,59 5,28 7,2	4	57,92 85,36 115,84	11,921 16,226 18,115
ШI-20×20 ШI-20×25	I-20; Ш-20	17,14	14,28 15,28	3,97 4,97	9,97	72 90	16,171 18,92
ШI-20×32 ШI-20×40	I-20; Ш-20	17,14	16,68 18,2	6,36 7,95	9,97	115,2 144	22,18 25,028

Окончание табл. 2.4

Типоразмер магнитопровода	Типоразмер пластин	Средняя длина магнитной силовой линии l_c, см	Средняя длина витка проводника l_0, см	Площадь поперечного сечения стержня S_c, см^2	Площадь окна магнитопровода S_{OK}, см^2	Активный объем магнитопровода V_c, см^3	Конструктивная постоянная $\beta\times10^{-2}$, см^2
ШI-20б×20	I-20б; Ш-20б	11,14	11,78	3,97	2,99	48	9,045
ШI-20б×30			13,78	5,96		72	11,61
ШI-20б×40			15,78	7,94		96	13,522
ШI-22б×20	I-22б; Ш-22б	12,26	12,43	4,37	3,61	58,08	10,352
ШI-25×25	I-25; Ш-25	21,43	17,55	6,22	15,58	140,63	25,553
ШI-25×32			18,85	7,96		180	30,7
ШI-25×40			20,45	9,95		225	35,3
ШI-25×50			22,45	12,44		281,75	40,285
ШI-25б×25	I-25б; Ш-25б	13,93	14,43	6,22	4,67	93,75	14,451
ШI-26а×26	I-26а; Ш-26а	14,7	15,85	6,73	7,96	156,42	23
ШI-26а×39			18,45	10,1		234,62	29,67
ШI-26а×52			21,05	13,45		312,83	34,631
ШI-28б×28	I-28б; Ш-28б	15,6	16	7,8	5,86	131,71	18,312
ШI-32×32	I-32; Ш-32	27,43	22,1	10,19	25,54	294,91	42,93
ШI-32×40			23,6	12,74		368,64	50,263
ШI-32×50			25,6	15,92		460,8	57,9
ШI-32б×32	I-32б; Ш-32б	17,83	18,1	10,19	7,65	196,62	24,155
ШI-40×40	I-40; Ш-40	34,3	27,3	15,94	39,91	576	67,938
ШI-40×50			29,2	19,92		720	79,377
ШI-40×80			35,2	31,87		1152	105,343
ШI-40б×40	I-40б; Ш-40б	11,3	22,4	15,94	11,96	384	38,336
ШI-36б×36	I-36б; Ш-36б	20,1	20,2	19,9	9,69	279,94	30,787

Таблица 2.5. **Конструктивные размеры пластин магнитопроводов типа I**

Типоразмер пластин	h, мм	L, мм	A, мм	d, мм
I-2	1	8	—	—
I-2,5	1,25	10	—	—
I-3	1,5	12	—	—
I-4	2	16	—	—
I-5	2,5	20	—	—
I-6	3	24	—	—
I-8	4	32	—	—
I-8а	4	28	—	—
I-10	5	40	35	2,5
I-10а	6,5	36	30	
I-10б	5	30	25	
I-12	6	48	42	
I-12а	8	44	36	3,6
I-12,8б	6,4	38,4	32	2,5
I-14а	9	50	41	3,6
I-14б	7	42	35	2,5
I-16	8	64	56	
I-16а	10	56	46	
I-16б	8	48	40	3,6
I-18б	9	54	45	5
I-19а	12	67	55	
I-20	10	80	70	
I-20б		60	50	
I-22б	11	66	55	
I-25	12,5	100	87,5	5
I-25б		75	63	
I-26а	17	94	77	
I-28б	14	84	70	
I-32	16	128	112	
I-32б		96	80	
I-36б	18	108	90	6
I-40	20	160	140	
I-40б		120	100	

Таблица 2.6. **Конструктивные размеры пластин магнитопроводов типа Ш**

Типоразмер пластины	l, мм	l_1, мм	h, мм	H, мм	L, мм	A, мм	A_1, мм	d, мм
Ш-2	2	2	5	6	8	—	—	—
Ш-2,5	2,5	2,5	6,25	7,5	10	—	—	—
Ш-3	3	3	7,5	9	12	—	—	—
Ш-4	4	4	10	12	16	—	—	—
Ш-5	5	5	12,5	15	20	—	—	—
Ш-6	6	6	15	18	24	—	—	—
Ш-8	8	8	20	24	32	—	—	—
Ш-8а		5	14	19	28	—	—	—
Ш-10	10	10	25	30	40	35	2,5	2,5
Ш-10а		6,5	18	24,5	36	30	3,25	
Ш-10б		5	15	20	30	25	2,5	
Ш-12	12	12	30	36	48	42	3	
Ш-12а		8	22	30	44	36	4	3,6
Ш-12,8б	12,8	6,4	19,2	25,6	38,4	32	3,2	2,5
Ш-14а	14	9	25	34	50	41	4,5	3,6
Ш-14б		7	21	28	42	35	3,5	2,5
Ш-16	16	16	40	48	64	56	4	3,6
Ш-16а		10	28	38	56	46	5	
Ш-16б		8	24	32	48	40	4	
Ш-18б	18	9	27	36	54	45	4,5	
Ш-19а	19	12	33,5	45,5	67	55	6	
Ш-20	20	20	50	60	80	70	5	
Ш-20б		10	30	40	60	50		
Ш-22б	22	11	33	44	66	55	5,5	
Ш-25	25	25	62,5	75	100	87,5	6,25	5
Ш-25б		12,5	37,5	50	75	63		
Ш-26а	26	17	47	64	94	77	8,5	
Ш-28б	28	14	42	56	84	70	7	

Окончание табл. 2.6

Типоразмер пластины	l, мм	l_1, мм	h, мм	H, мм	L, мм	A, мм	A_1, мм	d, мм
Ш-32	32	32	80	96	128	112	8	
Ш-32б		16	48	64	96	80		
Ш-36б	26	18	54	72	108	90	9	6
Ш-40	40	40	100	120	160	140	10	
Ш-40б		20	60	80	120	100		
Ша-2	2	2,5	4	5,5	10	–	–	–
Шб-2			2,5	4				
Ша-3	3	3,5	5	7	14	–	–	–
Шб-3			3	5				
Ша-4	4	5	7	9,5	19	–	–	–
Шб-4			3	5,5				
Шу-2	2	2	7	9	8	–	–	–
Шу-2,5	2,5	2,5	8,5	11	10	–	–	–
Шу-3	3	3	9,5	12,5	12	–	–	–
Шу-4	4	4	12	15,5	16	–	–	–
Шу-5	5	5	15	19,5	20	–	–	–
Шу-6	6	6	18	23	24	–	–	–
Шу-8	8	8	24	31	32	–	–	–
Шу-10	10	10	30	38	40	–	–	–
Шу-5а	5	3	15	19,5	16	–	–	–

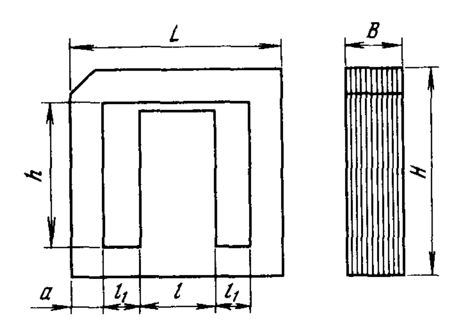


Рис. 2.6. Общий вид пластинчатого броневого магнитопровода типа ШУ

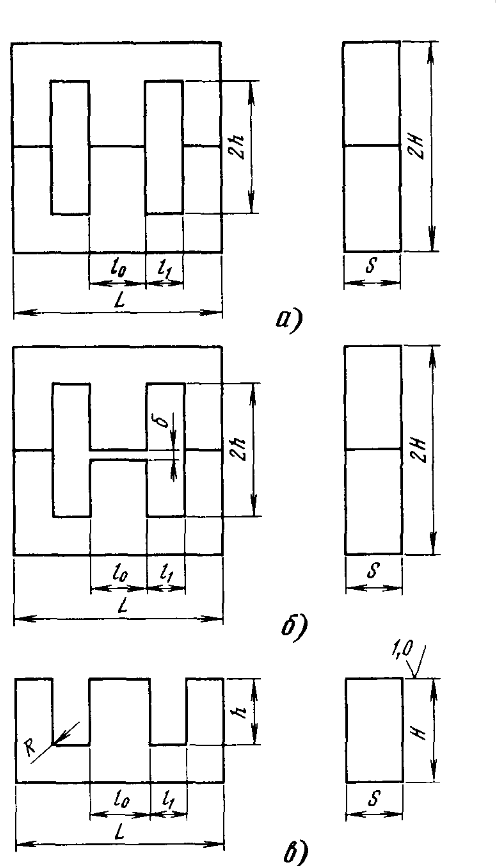


Рис. 2.7. Общий вид замкнутого Ш-образного магнитопровода: без зазора (а); с зазором (б); Ш-образная часть магнитопровода (в)

Пластинчатые броневые магнитопроводы типа ШУ изготавливаются из пластин типа Шу. В качестве магнитного материала применяются различные электротехнические стали и пермаллои. Эти магнитопроводы предназначены для работы в составе функциональных блоков электронной техники и электротехники, на которые распространяются требования в части воздействия механических и климатических факторов по ГОСТ 25467-82Е.

Общий вид и габаритные размеры пластинчатых броневых магнитопроводов типа ШУ показаны на рис. 2.6. Конструктивные размеры магнитопроводов типа ШУ из электротехнических сталей и ферромагнитных сплавов приведены в табл. 2.7. Расчетные параметры этих магнитопроводов приведены в табл. 2.8.

Замкнутые Ш-образные магнитопроводы из магнитомягких ферритов находят широкое применение в трансформаторах, работающих в слабых высокочастотных полях различных электротехнических устройств. Эти магнитопроводы изготавливаются промышленностью в двух исполнениях: с зазором и без зазора по ГОСТ 18614-79. Магнитопроводы данного типа обладают, как правило, высокой начальной магнитной проницаемостью. Замкнутые магнитопроводы состоят из двух Ш-образных половинок магнитопровода. Зазор в магнитопроводе образуется вследствие уменьшения высоты среднего стержня одной из половинок магнитопровода.

Общий вид замкнутых Ш-образных магнитопроводов без зазора и с зазором показан на рис. 2.7. Конструктивные размеры магнитопроводов из магнитомягких ферритов приведены в табл. 2.9.

Немагнитный зазор в Ш-образном магнитопроводе зависит от марки, применяемого феррита, а также от коэффициента индуктивности, указанных в табл. 2.10. Эффективные геометрические параметры замкнутых Ш-образных магнитопроводов приведены в табл. 2.11.

Т а б л и ц а 2.7. **Конструктивные размеры магнитопроводов типа ШУ**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм	B, мм	h, мм	H, мм
ШУ-2×2,5	1	2	2	8	2,5	5	9
ШУ-2×4							
ШУ-2,5×3,2	1,25	2,5	2,5	10	3,2	6,25	11,25
ШУ-2,5×5					5		
ШУ-3×4	1,5	3	3	12	4	7,5	13,5
ШУ-3×6,3					6,3		
ШУ-4×5	2	4	4	16	5	10	17
ШУ-4×8					8		
ШУ-5×6,3	2,5	5	5	20	6,3	12,5	21,5
ШУ-5×10			5	20	10	12,5	21,5
ШУ-5×4			3	16	4	11,5	20,5
ШУ-6×8	3	6	6	24	8	15	25
ШУ-6×12,5					12,5		
ШУ-8×10	4	8	8	32	10	20	34
ШУ-8×16					16		
ШУ-10×12,5	5	10	10	40	12,5	25	41
ШУ-10×16					16		
ШУ-10×20					20		

Т а б л и ц а 2.8. **Расчетные параметры пластинчатых броневых магнитопроводов типа ШУ**

Типоразмер магнитопровода	Типоразмер пластин	Средняя длина магнитной силовой линии l_C, см	Средняя длина витка проводника l_0, см	Площадь поперечного сечения стержня S_C, см^2	Площадь окна магнитопровода S_{OK}, см^2	Активный объем магнитопровода V_C, см^3	Конструктивная постоянная $\beta\cdot10^{-2}$,
ШУ-2×2,5	Шу-2	1,74	2,04	0,05	0,1	0,11	0,141
ШУ-2×4			2,34	0,08		0,18	0,197
ШУ-2,5×3,2	Шу-2,5	2,14	2,41	0,08	0,15	0,22	0,233
ШУ-2,5×5			2,77	0,12		0,34	0,304
ШУ-3×4	Шу-3	2,57	2,79	0,12	0,22	0,37	0,368
ШУ-3×6,3			3,19	0,18		0,59	0,483
ШУ-4×5	Шу-4	3,43	3,44	0,2	0,4	0,76	0,678
ШУ-4×8			4,04	0,31		1,22	0,895
ШУ-5×6,3	Шу-5	4,30	4,15	0,31	0,62	1,51	1,08
ШУ-5×10			4,89	0,49		2,4	1,471
ШУ-5а×4	Шу-5а	3,69	3,19	0,2	0,34	0,89	0,571
ШУ-6×8	Шу-6	5,35	4,94	0,47	0,89	2,69	1,593
ШУ-6×12,5			5,84	0,74		4,2	2,101
ШУ-8×10	Шу-8	6,87	6,24	0,79	1,59	6,08	2,93
ШУ-8×16			7,44	1,27		9,73	3,95
ШУ-10×12,5	Шу-10	8,6	7,64	1,24	2,49	11,5	4,7
ШУ-10×16			8,34	1,59		14,72	5,52
ШУ-10×20			9,14	1,98		18,4	6,272

Таблица 2.9. **Конструктивные размеры замкнутых Ш–образных магнитопроводов из магнитомягких ферритов**

Типоразмер магнитопровода	Группа точности	L, мм	H, мм	S, мм	l_0, мм	l_1, мм	h, мм	R, мм, не более
Ш2,5×2,5	I	10±0,2	5±0,1	$2,5_{-0,15}$	$2,5_{-0,15}$	$2^{+0,12}$	$3,2^{+0,20}$	
	II	10±0,35	5±0,2	$2,5_{-0,3}$	$2,5_{-0,3}$	$2^{+0,3}$	$3,2^{+0,4}$	
Ш3×3	I	12±0,2	6±0,15	$3_{-0,15}$	$3_{-0,15}$	$2,5^{+0,15}$	$4^{+0,2}$	0,25
	II	12±0,5	6±0,2	$3_{-0,3}$	$3_{-0,3}$	$2,5^{+0,3}$	$4^{+0,3}$	
Ш4×4	I	16±0,3	8±0,2	$4_{-0,2}$	$4_{-0,2}$	$3,2^{+0,15}$	$5,2^{+0,2}$	
	II	16±0,5	8±0,25	$4_{-0,5}$	$4_{-0,4}$	$3,2^{+0,3}$	$5,2^{+0,4}$	
Ш5×5	I	20±0,4	10±0,2	$5_{-0,2}$	$5_{-0,2}$	$4^{+0,2}$	$6,5^{+0,25}$	
	II	20±0,6	10±0,25	$5_{-0,5}$	$5_{-0,4}$	$4^{+0,5}$	$6,5^{+0,5}$	
Ш6×6	I	24±0,5	12±0,2	$6_{-0,25}$	$6_{-0,25}$	$5^{+0,2}$	$8^{+0,3}$	0,35
	II	24±0,6	12±0,35	$6_{-0,5}$	$6_{-0,4}$	$5^{+0,5}$	$8^{+0,5}$	
Ш7×7	I	30±0,6	15±0,3	$7_{-0,4}$	$7_{-0,3}$	$6^{+0,25}$	$9,5^{+0,4}$	
	II	30±0,8	15±0,35	$7_{-0,7}$	$7_{-0,5}$	$6^{+0,5}$	$9,5^{+0,5}$	
Ш8×8	I	32±0,7	16±0,3	$8_{-0,4}$	$8_{-0,3}$	$7,5^{+0,3}$	$11,5^{+0,4}$	
	II	32±1,1	16±0,35	$8_{-0,7}$	$8_{-0,5}$	$7,5^{+0,7}$	$11,5^{+0,7}$	
Ш10×10	I	36±0,7	18±0,4	$10_{-0,5}$	$10_{-0,4}$	$8^{+0,3}$	$13^{+0,5}$	0,4
	II	36±1,1	18±0,45	$10_{-0,7}$	$10_{-0,5}$	$8^{+0,7}$	$13^{+0,7}$	
Ш12×15	I	42±0,8	21±0,4	$15_{-0,5}$	$12_{-0,5}$	$9^{+0,4}$	$15^{+0,6}$	
	II	42±1,3	21±0,45	15_{-1}	$12_{-0,7}$	$9^{+0,7}$	$15^{+0,7}$	
Ш16×20	I	54±1	27±0,5	$20_{-0,8}$	$16_{-0,6}$	$11^{+0,5}$	$15^{+0,6}$	0,4
	II	54±1,5	27±0,55	$20_{-1,2}$	$16_{-0,7}$	11^{+1}	$15^{+0,7}$	
Ш20×28	I	65±1,3	32,5±0,7	28_{-1}	$20_{-0,8}$	$12^{+0,5}$	$22^{+0,9}$	
	II	65±1,5	32,5±0,7	$28_{-1,6}$	$20_{-0,9}$	12^{+1}	22^{+1}	
Ш12×20	I	42×0,8	32,5±0,4	$20_{-0,8}$	$12_{-0,5}$	$9^{+0,4}$	$15^{+0,6}$	
	II	42±1,3	32,5±0,45	$20_{-1,2}$	$12_{-0,7}$	$9^{+0,7}$	$15^{+0,7}$	

Таблица 2.10. **Значения зазора в Ш-образных магнитопроводах**

Типоразмер магнитопровода	Коэффициент индуктивности A_L, нГн	Ориентировочный зазор для ферритов, мм				
		600НН	700НМ	2000НМ	2000НМ1	4000НМ
Ш2,5×2,5	25±2,5 40±6 60±12	0,7 0,37 0,1	0,65 0,35 0,12	0,65 0,35 0,13	0,65 0,35 0,13	0,65 0,35 0,14
Ш3×3	25±2,5 60±9 100±20	0,14 0,16 –	0,46 0,17 –	0,48 0,19 0,12	0,48 0,19 0,12	0,49 0,2 0,13
Ш4×4	60±6 100±15 160±32	0,5 0,17 –	0,65 0,19 0,11	0,66 0,22 0,13	0,65 0,22 0,13	0,65 0,23 0,14
Ш5×5	100±15 270±50	0,3 –	0,32 0,09	0,36 0,13	0,36 0,13	0,37 0,14
Ш6×6	160±16 250±25	0,23 0,11	0,26 0,14	0,3 0,19	0,3 0,19	0,31 0,2
Ш7×7	250±25 400±60 630±126	0,2 – –	– – –	0,28 0,13 0,09	0,28 0,13 0,09	0,29 0,15 0,1
Ш8×8	250±25 400±60 630±126	0,26 – –	– – –	0,34 0,2 0,12	0,34 0,2 0,12	0,37 0,22 0,13
Ш10×10	250±25 400±60 630±126	0,23 0,17 –	– – –	0,45 0,27 0,15	0,45 0,27 0,15	0,47 0,28 0,17
Ш12×15	400±40 630±63 1250±187,5 1600±320	– 0,2 – –	– – – –	0,53 0,31 0,14 0,09	0,53 0,31 0,14 0,09	– – – –
Ш16×20	800±80 1250±125 2000±300	0,29 0,14 –	– – –	0,43 0,29 0,16	0,43 0,29 0,16	– – –
Ш20×28	1000±100 2000±125 3000±450 4000±800	0,48 0,12 – –	– – – –	0,65 0,29 0,17 0,11	0,65 0,29 0,17 0,11	– – – –

Пластинчатые броневые магнитопроводы типа ШП изготавливаются промышленностью в одном конструктивном исполнении из пластин типа Шп, которые вырубают из ленты электротехнической стали или пермаллоя. Пластины изготавливают трех конструктивных исполнений, общий вид и габаритные размеры которых показаны на рис. 2.8. Конструктивные размеры магнитопроводов типа ШП и расчетные параметры приведены в табл. 2.12 и 2.13. Конструктивные размеры пластин магнитопроводов типа ШП указаны в табл. 2.13.

Магнитопроводы данного типа применяются в микроминиатюрных и малогабаритных трансформаторах РЭА и АСС, работающих в диапазоне температур $^-60...^+155$ °С, Условия эксплуатации трансформаторов, собранных на броневых пластинчатых магнитопроводах типа ШП, и устойчивость к воздействию электромагнитных полей, механических и климатических факторов обеспечиваются свойствами применяемых электромагнитных материалов, технологией их изготовления, а также конструкцией этих трансформаторов.

Общий вид и габаритные размеры пластинчатых броневых магнитопроводов показаны на рис. 2.9.

Пластинчатые броневые магнитопроводы типа ШШ применяются в трансформаторах и дросселях РЭА и

Таблица 2.11. **Эффективные геометрические параметры замкнутых Ш-образных магнитопроводов**

Типоразмер магнитопровода	Эффективная длина пути магнитной линии $l_{эфф}$, мм	Эффективная площадь поперечного сечения $S_{эфф}$, мм^2	Эффективный объем $V_{эфф}$, мм^3
Ш2,5×2,5	21,5	7,63	163
Ш3×3	26,4	10,5	277
Ш4×4	34,5	19,3	666
Ш5×5	43,1	30	1290
Ш6×6	52,9	42,4	2240
Ш7×7	62,9	62	3900
Ш8×8	75,2	69,2	5200
Ш10×10	83,8	100	8380
Ш12×15	96,7	180	17400
Ш16×20	123	321	39500
Ш20×28	144	577	83100
Ш12×20	96,7	240	33200
Ш12×20 (Н-33,5)	141,4	244	34400

Таблица 2.12. **Конструктивные размеры магнитопроводов типа ШП**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм	B, мм	h, мм	H, мм
ШП-7×7 ШП-7×15 ШП-7а×7	5	7	6,5	30 30 28	7 15 7	20	30
ШП-12×12 ШП-12×15	6	12	9	42	12 15	30	42
ШП-17×17 ШП-17×20	8,5	17	10,5	55	17 20	38	55
ШП-20×20 ШП-20×26	10	20	12,5	65	20 26	45	65
ШП-23×23 ШП-23×29	11,5	23	14	74	23 29	51	74
ШП-29×29 ШП-29×32	14,5	29	13,5	85	29 32	56	85
ШП-34×34	17	34	17	102	34	68	102

аппаратуры проводной связи. Магнитопроводы типа ШШ собирают из двух пластин типа Ша Шб в двух исполнениях 1 и 2, которые определяются ориентацией пластин в пространстве.

Общий вид и габаритные размеры пластинчатых броневых магнитопроводов типа ШШ показаны на рис. 2.10. Конструктивные размеры магнитопроводов

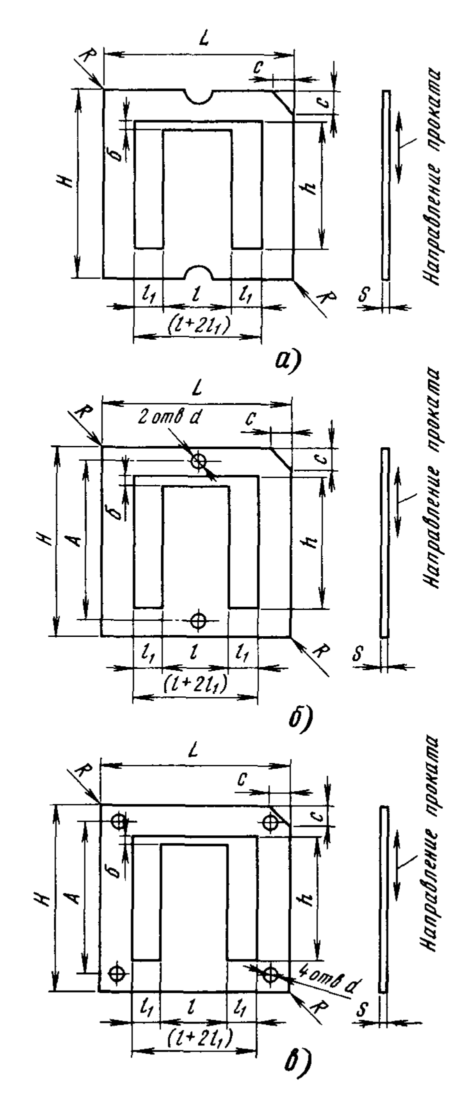


Рис. 2.8. Пластины типа Шп броневого магнитопровода типа ШП: с двумя пазами для крепления (*а*); с двумя отверстиями для крепления (*б*); с четырьмя отверстиями для крепления (*в*)

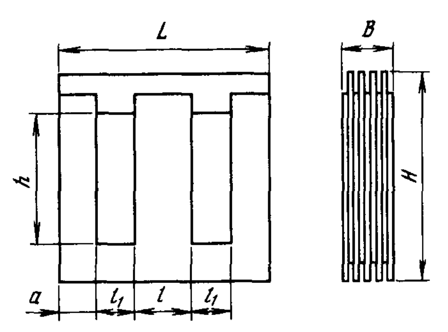


Рис. 2.9. Общий вид пластинчатого броневого магнитопровода типа ШП

приведены в табл. 2.14. Расчетные параметры броневых магнитопроводов типа ШШ из электротехнических сталей и ферромагнитных сплавов даны в табл. 2.15.

Таблица 2.13. **Конструктивные размеры пластин магнитопроводов типа ШП**

Типоразмер магнитопровода	l, мм	l_1, мм	h, мм	H, мм	L, мм	δ_1, мм	A, мм	A_1, мм	d, мм	c, мм	R, мм	Номер рисунка
Шп-7	7	6,5	20	30	30	0,3	27	–	–	1,6	2	2.8,*а*
Шп-7а		5,5		30	28	0,3	27	–	–			
Шп-12	12	9	30	42	42	0,5	36	–	3,2		2,5	2.8,*б*
Шп-17	17	10,5	38	55	55		47	47		1,8	3	2.8,*в*
Шп-20	20	12,5	45	65	65		56	56	4,2			
Шп-23	23	14	51	74	74		63	63		2	4	
Шп-29	29	13,5	56	85	85	1	75	75		2,9	5	
Шп-34	34	17	68	102	102		91	91	5,5			

Таблица 2.14. **Конструктивные размеры магнитопроводов типа ШШ**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм	B, мм	h, мм	H, мм
ШШ-2×2,5	1,5	2	2,5	10	2,5	6,5	9,5
ШШ-2×4					4		
ШШ-3×4	2	3	3,5	14	4	8	12
ШШ-3×6,3					6,3		
ШШ-4×4	2,5	4	5	19	4	10	15
ШШ-4×8					8		

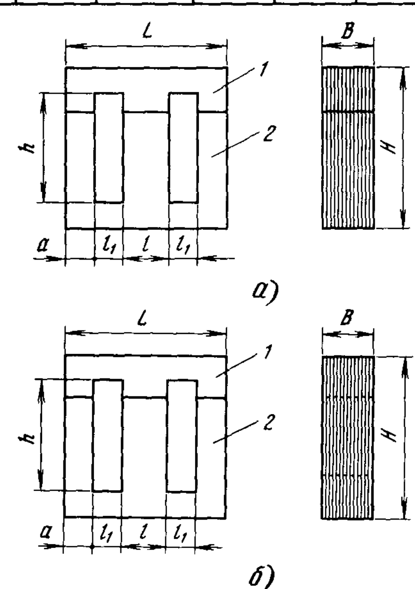


Рис. 2.10. Общий вид пластинчатых броневых магнитопроводов типа ШШ:
а – исполнение I (1 – пластина типа Шб), 2 – пластина типа Шб); *б* – исполнение 2 (1 – пластина типа Шб, 2 – пластина типа Ша)

Пластинчатым броневым магнитопроводам типа ШП и ШШ присвоено условное обозначение, которыми пользуются при заказе и разработке конструкторской документации. Условное обозначение магнитопроводов типов ШП и ШШ состоит из слова "магнитопровод", обозначения типоразмера магнитопровода и стандарта или ТУ. В обозначении магнитопровода буквы ШП обозначают, что

Таблица 2.15. **Расчетные параметры пластинчатых броневых магнитопроводов типа ШШ**

Типоразмер магнитопровода	Типоразмер пластин	Средняя длина магнитной силовой линии l_c, см	Средняя длина витка проводника l_0, см	Площадь поперечного сечения стержня S_c, см^2	Площадь окна магнитопровода $S_{ок}$, см^2	Активный объем магнитопровода V_c, см^3	Конструктивная постоянная $\beta\cdot10^{-2}$, см^2
ШШ-2×2,5	Ша-2;	1,71	2,17	0,05	0,16	0,16	0,216
ШШ-2×4	Шб-2		2,47	0,08		0,25	0,303
ШШ-3×4	Ша-3;	2,37	2,92	0,12	0,28	0,45	0,486
ШШ-3×6,3	Шб-3		3,38	0,19		0,71	0,66

Типоразмер магнитопро-вода	Типоразмер пластин	Средняя длина магнитной силовой линии l_c, см	Средняя длина витка про-водника l_0, см	Площадь поперечного сечения стержня S_c, см^2	Площадь окна магни-топровода $S_{ок}$, см^2	Активный объем маг-нитопровода V_c, см^3	Конструктивная постоянная $\beta \cdot 10^{-2}$, см^2
ШШ-4×4	Ша-4;	3,2	3,49	0,16	0,5	0,74	0,714
ШШ-4×8	Шб-4		4,29	0,32		1,48	1,163

Таблица 2.16. **Электромагнитные параметры Ш-образных замкнутых магнитопроводов ферритов марок 4000НМ и 10000НМ**

Типоразмер магнитопровода	Коэффициент индуктивности A_L		Эффективная магнитная проницаемость $\mu_{эфф}$, не менее	
	4000НМ	10000НМ	4000НМ	10000НМ
Ш2,5×2,5	$0{,}58^{+20}_{-15}$	–	1310	–
Ш3×3	$0{,}75^{+20}_{-15}$	–	1575	–
Ш4×4	$1{,}3^{+20}_{-15}$	$1{,}76^{+20}_{-15}$	1860	2500
Ш5×5	$1{,}85^{+20}_{-15}$	$2{,}75^{+20}_{-15}$	2130	3160
Ш6×6	$2{,}32^{+20}_{-15}$	–	2320	–
Ш7×7	$2{,}95^{+20}_{-15}$	–	2400	–
Ш8×8	$3{,}33^{+20}_{-15}$	–	2900	–
Ш10×105	$3{,}96^{+20}_{-15}$	–	2660	–

Таблица 2.17. **Конструктивные размеры Ш-образных магнитопроводов из ферритов марок 4000НМ и 10000НМ**

Типоразмер магнито-провода	L, мм	2H, мм	S, мм	l_0, мм	l_1, мм	2h, мм
Ш2,5×2,5	10	10	2,5	2,5	2	6,4
Ш3×3	12	12	3	3	2,5	8
Ш4×4	16	16	4	4	3,2	10,4
Ш5×5	20	20	5	5	4	13
Ш6×6	24	24	6	6	5	16
Ш7×7	30	30	7	7	6	19
Ш8×8	32	32	8	8	7,5	23
Ш10×10	36	36	10	10	8	26

магнитопровод собирается из пластин типа Шп Ш-образной конструкции с постоянным немагнитным зазором и высотой среднего стержня больше ширины окна. Цифры обозначают номинальные размеры ширины среднего стержня и толщины магнитопровода. Пример условного обозначения магнитопровода типа ШП: магнитопровод ШП-12×15,5 ГОСТ 20249-80.

В обозначении типоразмера магнитопровода типа ШШ буквы обозначают, что магнитопровод собирается из дву Ш-образных пластин типов Ша и Шб, цифры обозначак номинальные размеры стержня и толщины магнитопрово да. Пример условного обозначения: магнитопрово ШШ5×10 ГОСТ 20249-80.

Магнитопроводы Ш-образные замкнутые из феррито марок 4000НМ и 10000НМ применяются в электромагнит ных устройствах и трансформаторах РЭА и АСС, к которые распространяются требования в части воздейст вия механических и климатических факторов п ГОСТ 25467-82Е. Рассматриваемые магнитопровод устойчиво работают в слабых синусоидальных магнитны полях. Изготавливают магнитопроводы из двух Ш-обра ных половинок магнитопровода, сложенных шлифованным плоскостями, как показано на рис. 2.7, *а*.

Магнитопроводам присвоено сокращенное обозначени М4000НМ-2 и М10000НМ-2, где М – феррит; 400 10000 – номинальные значения начальной магнитно проницаемости; НМ – магнитомягкие низкочастотны (марганцово-цинковые); 2 – порядковый номер исполне ния. Эти сердечники имеют также условное обозначени которое используется при заказе и в конструкторско документации. Условное обозначение магнитопровод состоит из слова "магнитопровод", сокращенного обозначе ния, типоразмера, группы точности (для группы II) обозначения стандарта или ТУ. Примеры условного обо значения Ш-образного магнитопровода из феррита марк 4000НМ, с сечением средней ножки 12×12, группы I точности – магнитопровод М4000НМ-2 Ш12×12 II; с сече нием средней ножки 10×10, группы I точности – магнито провод М4000НМ-2 Ш10×10.

Сердечники работают в интервале температу −60...+100 °С на частотах до 0,1 МГц для феррито марки 4000 НМ и −60...+90 °С на частотах до 0,1 МГ для ферритов марки 10000НМ.

Электромагнитные параметры Ш-образных замкнуты магнитопроводов из ферритов марок 4000НМ и 10000НМ их конструктивные размеры приведены в табл. 2.16 и 2.1 Конструктивные размеры замкнутых Ш-образных магнито проводов приведены в табл. 2.9.

Магнитопроводы Ш-образные замкнутые из феррито марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ, 2000НМ применяются в различных электромагнитных устройства РЭА и предназначены для работы в слабых синусоидаль ных магнитных полях в интервале температур −60...155 °С на частотах до 1 МГц. Эксплуатация магнитопроводов тропических условиях обеспечивается герметизацие трансформаторов, в которых применяются рассматрива мые типы сердечников.

Общий вид и габаритные размеры Ш-образных магни топроводов с зазором и без него показаны на рис. 2.7.

Магнитопроводам присвоено сокращенное обозначение М1000НМ-10, М1500НМ-8, М1500НМ-1-8, М2000НМ-9 М2000НМ1-14, где М – феррит; 1000, 1500, 2000 – номи

Т а б л и ц а 2.18. **Электромагнитные параметры замкнутых Ш-образных магнитопроводов из ферритов марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ, 2000НМ1 (без зазора)**

Типоразмер магнитопровода	Коэффициент индуктивности A_L, нГн	Эквивалентная магнитная проницаемость $\mu_{эк}$	Типоразмер магнитопровода	Коэффициент индуктивности A_L, нГн	Эквивалентная магнитная проницаемость $\mu_{эк}$
Ш2,5×2,5	430^{+107}_{-86}	1025	Ш8×8	2020^{+505}_{-404}	1575
Ш3×3	540^{+135}_{-108}	1130	Ш10×10	2360^{+590}_{-472}	1615
Ш4×4	890^{+222}_{-178}	1260	Ш12×16	3880^{+870}_{-776}	1655
Ш5×5	1230^{+307}_{-246}	1345	Ш16×20	5970^{+1492}_{-1194}	1720
Ш6×6	1490^{+372}_{-298}	1445	Ш20×28	8800^{+2200}_{-1760}	1755
Ш7×7	1840^{+450}_{-368}	1520			

П р и м е ч а н и е. Для всех типоразмеров магнитопроводов при H_a=0,8 А/м относительный тангенс угла магнитных потерь $tg\, \delta_м/\mu_н = 15 \cdot 10^{-6}$, при H_a=8 А/м $tg\, \delta_м/\mu_н$=45.

нальные значения начальной магнитной проницаемости; НМ – магнитомягкие низкочастотные (марганцово-цинковые); 8, 9, 10, 14 – порядковый номер исполнения. Условное обозначение магнитопроводов, которое применяется при заказе и в конструкторской документации, состоит из слов "сердечник замкнутый", сокращенного обозначения, типоразмера, группы точности (для группы II), обозначения стандарта или ТУ. Примеры условного обозначения магнитопроводов Ш-образных и феррита марки 2000НМ, с сечением среднего стержня 10×10 группы I точности – магнитопровод замкнутый М2000НМ-9 Ш10×10.

Электромагнитные параметры Ш-образных замкнутых магнитопроводов из ферритов марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ и 2000НМ1 приведены в табл. 2.18 и 2.19. Диапазон частот, при которых тангенс угла магнитных потерь не более 0,1: для феррита марки 1000НМ – до 1 МГц; марки 1500НМ – до 0,6 МГц; марки 1500НМ1 – до 0,6 МГц; марки 2000НМ – до 0,45 МГц; марки 2000НМ1 – до 0,45 МГц.

Ориентировочный предел прочности на изгиб ферритов марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ и 2000НМ1 составляет 30 МПа (300 кгс/см^2). Предел прочности при растяжении в 2...2,5 раза меньше предела прочности на изгиб. Предел прочности при сжатии в 10–15 раз превышает предел прочности при растяжении.

Конструктивные размеры Ш-образных магнитопроводов из ферритов марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ, 2000НМ1 приведены в табл. 2.9. Эффективные значения размеров конструкции магнитопроводов даны в табл. 2.20.

Т а б л и ц а 2.19. **Электромагнитные параметры Ш-образных магнитопроводов из ферритов марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ, 2000НМ1 (с зазором)**

Типоразмер магнитопровода	Коэффициент индуктивности A_L, нГн	Допустимое отклонение, %	Эквивалентная магнитная проницаемость $\mu_{эк}$	Ориентировочное значение δ, мм
Ш2,5×2,5	25	±10	56,5	0,65
	40	±15	90	0,35
	60	±20	136	0,13
Ш3×3	60	±15	125	0,19
	100	±20	209	0,12
	25	±10	52	0,48
Ш4×4	60	±10	86	0,65
	100	±15	143	0,22
	160	±20	228	0,13
Ш5×5	100	±15	115	0,36
	250	±20	288	0,13
Ш6×6	160	±10	160	0,30
	250	±13	250	0,19
	400	±15	400	0,11
Ш7×7	250	±10	202	0,28
	400	±15	324	0,13
	630	±20	510	0,09

Типоразмер магнитопровода	Коэффициент индуктивности A_L, нГн	Допустимое отклонение, %	Эквивалентная магнитная проницаемость $\mu_{эк}$	Ориентировочное значение δ, мм
Ш8×8	250	±10	218	0,34
	400	±15	348	0,2
	630	±20	548	0,12
Ш10×10	250	±10	167	0,45
	400	±15	268	0,27
	630	±20	422	0,15
Ш12×15	400	±10	172	0,53
	630	±10	271	0,31
	1250	±15	536	0,14
	1600	±20	690	0,09
Ш16×20	800	±10	245	0,43
	1250	±10	382	0,29
	2000	±15	612	0,16
Ш20×28	1000	±10	200	0,65
	2000	±10	400	0,29
	3000	±15	600	0,17
	4000	±20	800	0,11

Таблица 2.20. Эффективные размеры Ш-образных магнитопроводов из ферритов марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ, 2000НМ1

Типоразмер магнитопровода	Длина эффективного пути сечения $l_{эфф}$, см	Эффективная площадь поперечного сечения $S_{эфф}$, $см^2$	Коэффициент формы $K=l_{эфф}/4\pi A_{эфф}$, $см^{-1}$
Ш2,5×2,5	2,15	0,076	2,26
Ш3×3	2,64	0,105	2,09
Ш4×4	3,45	0,193	1,43
Ш5×5	4,31	0,3	1,15
Ш6×6	5,28	0,424	1
Ш7×7	6,29	0,62	0,81
Ш8×8	7,51	0,692	0,87
Ш10×10	8,38	1	0,67
Ш12×15	9,67	1,8	0,43
Ш16×20	12,3	3,21	0,306
Ш20×28	14,4	5,77	0,2

Таблица 2.21. Коэффициент индуктивности Ш-образных магнитопроводов из ферритов марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ, 2000НМ1, $A_{LH}{}^{+25}_{-30}$, нГн

Типоразмер магнитопровода	1000НМ	2000НМ, 2000НМ1	1500НМ, 150НМ1
Ш2,5×2,5	290	430	370
Ш3×3	350	540	450
Ш4×4	550	890	740
Ш5×5	740	1230	1020
Ш6×6	850	1490	1200
Ш7×7	1050	1840	1485
Ш8×8	1150	2020	1620
Ш10×10	1320	2360	1890
Ш12×15	2300	3880	3100
Ш16×20	3470	5970	4800
Ш20×20	5000	8800	7000

Таблица 2.22. Эквивалентная магнитная проницаемость магнитопроводов из ферритов марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ, 2000НМ1 $\mu_{эк}$

Типоразмер магнитопровода	1000НМ	1500НМ, 1500НМ1	2000НМ, 2000НМ1
Ш2,5×2,5	655	830	970
Ш3×3	730	940	1130
Ш4×4	780	1050	1260
Ш5×5	850	1170	1410
Ш6×6	850	1200	1490
Ш7×7	850	1200	1490
Ш8×8	1000	1400	1760
Ш10×10	880	1260	1580
Ш12×15	990	1300	1670
Ш16×20	1060	1460	1820
Ш20×28	1000	1380	1760

Для магнитопроводов из ферритов, указанных в данном параграфе на частоте 0,1 МГц при напряженности переменного магнитного поля H_a = 0,8 А/м, относительный тангенс угла магнитных потерь $\operatorname{tg}\delta_м/\mu_н \leqslant 15\cdot10^6$, при H_a = 8 А/м $\operatorname{tg}\delta_м/\mu_н \leqslant 45\cdot10^6$. Значения коэффициента индуктивности замкнутых Ш-образных магнитопроводов марок 1000НМ, 1500НМ, 1500НМ1, 2000НМ и 2000НМ1 приведены в табл. 2.21. Значения эквивалентной магнитной проницаемости этих сердечников приведены в табл. 2.22.

Магнитопроводы замкнутые типа Ш из ферритов марок 2000НН, 1000НН и 400НН применяются в трансформаторах, работающих в слабых магнитных полях, на которые распространяются требования в части воздействия механических и климатических факторов по ГОСТ 16962–71. Магнитопроводы из феррита марки 2000НН устойчиво работают в интервале температур 10...55 °С, марки 1000НН – в интервале температур 10...80 °С, марки 400НН в интервале 10...100 °С.

Магнитопроводам присвоено сокращенное обозначение М2000НН-7, М1000НН-16, М400НН-9, где М – обозначение феррита; 2000, 1000, 400 – начальная магнитная проницаемость феррита; НН – низкочастотный никель-цинковый для слабых магнитных полей; 7, 16, 9 – порядковый номер конструктивного исполнения. Условное обозначение магнитопровода применяется при заказе и в конструкторской документации, содержит слово "магнитопровод", сокращенное обозначение, типоразмер магнитопровода и обозначение стандарта или ТУ. Пример условного обозначения магнитопровода из феррита марки 400НН: М400НН-9 Ш12×15.

Общий вид, габаритные и установочные размеры замкнутых магнитопроводов из ферритов марок 2000НН, 1000НН и 400НН показаны на рис. 2.7. Электромагнитные параметры замкнутых магнитопроводов типа Ш из ферритов марок 2000НН, 1000НН, 400НН, их конструктивные, габаритные и эффектные размеры приведены в табл. 2.23, 2.24, 2.25, 2.26 соответственно.

Магнитопроводы типа Ш из феррита марки 3000НМС применяются в телевизионной аппаратуре в условиях внешних воздействующих факторов, определяемых ГОСТ 16962–71. В трансформаторах магнитопроводы типа Ш устойчиво работают в интервале температур −10...+120 °С на частотах до 25 кГц.

Магнитопроводам типа Ш присвоено сокращенное обозначение, которое соответствует общепринятой классификации М3000НМС-3, где М – феррит, 3000 – значение номинальной магнитной проницаемости, НМС – магнитомягкие, низкочастотные марганцово-цинковые для сильных магнитных полей; 3 – порядковый номер конструктивного исполнения. Магнитопроводам присвоено также условное

Таблица 2.23. Основные электромагнитные параметры замкнутых магнитопроводов типа Ш из ферритов марок 2000НН, 1000НН, 400НН

Марка феррита	Начальная магнитная проницаемость, $\mu_н$	Добротность Q, не менее	Частота f, кГц
2000НН	1200...1800	10	70
1000НН	700...1000	20	80
400НН	340...500	70	120

Таблица 2.24. **Конструктивные размеры замкнутых магнитопроводов типа Ш из ффферитов марок 2000НН, 1000НН и 400НН**

Марка феррита	Типоразмер сердечника	L, мм	H, мм	S, мм	l_0, мм	l_1, мм	h, мм	Масса, г, не более
2000НН 1000НН 400НН	Ш7×7	30±0,8	15±0,35	$7_{-0,7}$	$6_{-0,5}$	$6^{+0,5}$	$9,5^{+0,5}$	12,5
2000НН 1000НН 400НН	Ш12×15	42±1,3	21±0,45	15_{-1}	$12_{-0,7}$	$9^{+0,7}$	$15^{+0,7}$	48
2000НН 1000НН 400НН	Ш16×20	54±1,5	27±0,55	$20_{-1,2}$	$16_{-0,7}$	11^{+1}	$19^{+0,9}$	105
2000НН 1000НН 400НН	Ш20×28	65±1,5	32,5±1,5	$28_{-1,6}$	$20_{-0,9}$	12^{+1}	$22^{+0,9}$	240

Таблица 2.25. **Габаритные размеры магнитопроводов типа Ш из ферритов марок 2000НН, 1000НН, 400НН**

Типоразмер магнито-провода	L, мм	2H, мм	S, мм	l_0, мм	l_1, мм	2h, мм
Ш7×7	30	30	7	7	6	19
Ш12×15	42	42	15	12	9	30
Ш16×20	54	54	20	16	11	38
Ш20×28	65	65	28	20	12	44

Таблица 2.26. **Эффективные размеры замкнутых магнитопроводов типа Ш из ферритов марок 2000НН, 1000НН, 400НН**

Типоразмер магнито-провода	Марка феррита	Эффективное значение длины пути магнитной линии $l_{эфф}$, мм	Эффективная площадь поперечного сечения $S_{эфф}$, см^2
Ш7×7	2000НН 1000НН 400НН	6,29	0,62
Ш12×15	2000НН 1000НН 400НН	9,67	1,8
Ш16×20	2000НН 1000НН 400НН	12,3	3,21
Ш20×28	2000НН 1000НН 400НН	14,4	6,77

обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. В общем виде условное обозначение магнитопровода состоит из слова "магнитопровод", сокращенного обозначения, типоразмера магнитопровода и обозначения стандарта или ТУ, по которым они поставляются заказчику. Примеры условных обозначений магнитопроводов типа Ш: магнитопровод М3000НМС-3 ШК16×18; магнитопровод М3000НМС-3 Ш16×20.

Промышленностью изготавливаются магнитопроводы типа Ш в двух конструктивных исполнениях. Общий вид и основные габаритные размеры магнитопроводов показаны на рис. 2.11.

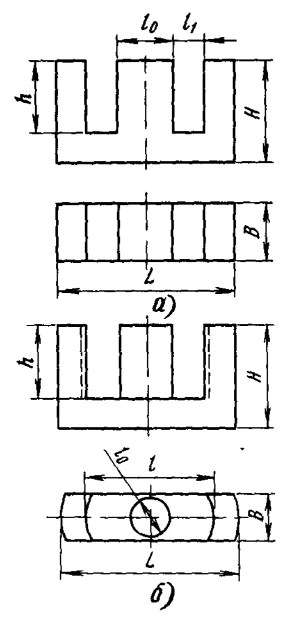


Рис. 2.11. Магнитопроводы типа Ш из феррита марки 3000 НМС: прямоугольного сечения (*а*); с круглым стержнем (*б*)

Т а б л и ц а 2.27. **Конструктивные размеры магнитопроводов типа Ш из феррита марки 3000НМС**

Типоразмер магнитопровода	L, мм	H, мм	B, мм	l_0, мм	l_1, мм	h, мм	l, мм	Масса, г, не более
Ш16×20	54	27	20	16	11	19	–	108
ШК16×18	56,2	15,8	18,9	16,4	–	10	42	60

Т а б л и ц а 2.28. **Эффективные размеры магнитопроводов типа Ш из феррита марки 3000НМС**

Типоразмер магнитопровода	Эффективная длина магнитного пути $l_{эфф}$, мм	Эффективное сечение $A_{эфф}$, мм^2	Эффективный объем $V_{эфф}$, мм^3
Ш16×20	123	321	395000
ШК16×18	86,2	211	18200

Конструктивные и эффективные размеры сердечников типа Ш из феррита марки 3000НМС приведены в табл. 2.27 и 2.28.

При воздействии на магнитопроводы механических нагрузок в них возникают механические напряжения, вызывающие изменения электромагнитных параметров. Механические напряжения растяжения и сжатия, направленные перпендикулярно или параллельно рабочему магнитному полю, вызывают максимальное изменение параметров.

2.2. Магнитопроводы ленточные типа ШЛ

Броневые ленточные магнитопроводы типа ШЛ находят наиболее широкое применение в различной аппаратуре и приборах бытового назначения. К магнитопроводам броневой конструкции, изготовляемых методом навивки из калиброванного ленточного магнитного материала, относятся: броневые ленточные магнитопроводы унифицированного ряда типа ШЛ; броневые ленточные магнитопроводы и сердечники с уменьшенным отношением ширины окна к толщине навивки типа ШЛМ; броневые ленточные магнитопроводы с увеличенным окном типа ШЛО; броневые ленточные магнитопроводы с геометрическими размерами, обеспечивающими наименьшую стоимость трансформаторов типа ШЛР.

Трансформаторы, выполненные на магнитопроводах броневого типа ШЛ, отличаются следующими основными преимуществами: простотой конструкции; высокой степенью заполнения окна магнитопровода обмоточным проводом, частичной защитой обмотки магнитопроводом от механических воздействий; простотой изготовления, сборки и разборки. К недостаткам трансформаторов с броневым магнитопроводом относятся: сравнительно большие индуктивности рассеяния и значения собственной емкости, большая чувствительность к внешним электромагнитным воздействиям; малая степень симметрии обмоток; относи-

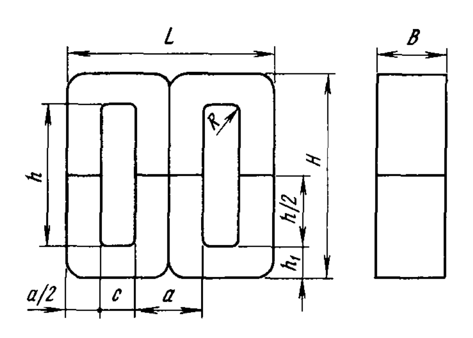


Рис. 2.12. Общий вид ленточных броневых магнитопроводов типа ШЛ, ШЛМ, ШЛО, ШЛП

Т а б л и ц а 2.29. **Конструктивные размеры броневых ленточных магнитопроводов типа ШЛ**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	h, мм	c, мм	L, мм	H, мм	B, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ШЛ4×5	4	10	4	16	14	5	2	4,2
ШЛ4×6,5						6,5		5,1
ШЛ4×8						8		6,5
ШЛ4×10						10		10,6
ШЛ4×12,5						12,5		13
ШЛ4×16						16		17,5
ШЛ5×5	5	12,5	5	20	17,5	5	2,5	7,5
ШЛ5×6,5						6,5		10
ШЛ5×8						8		12
ШЛ5×10						10		15
ШЛ5×12,5						12,5		19,6
ШЛ5×16						16		24,2
ШЛ6×6,5	6	15	6	25	22	6,5	3	14
ШЛ6×8						8		17
ШЛ6×10						10		21
ШЛ6×12,5						12,5		26
ШЛ6×16						16		30,5
ШЛ6×20						20		35,6
ШЛ8×8	8	20	8	33	29	8	3	30
ШЛ8×10						10		37
ШЛ8×12,5						12,5		47
ШЛ8×16						16		60
ШЛ10×10	10	25	10	40	35	10	5	59
ШЛ10×12,5						12,5		73
ШЛ10×16						16		94
ШЛ10×20						20		117
ШЛ12×12,5	12	30	12	48	42	12,5	6	105
ШЛ12×16						16		133
ШЛ12×20						20		169
ШЛ12×25						25		210
ШЛ16×16	16	40	16	64	56	16	8	240
ШЛ16×20						20		300
ШЛ16×32						32		375
ШЛ16×25						25		480

Окончание табл. 2.29

Типоразмер магнитопровода	a, мм	h, мм	c, мм	L, мм	H, мм	B, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ШЛ20×20	20	50	20	80	70	20	10	240
ШЛ20×25						25		590
ШЛ20×32						32		755
ШЛ20×40						40		940
ШЛ25×25	25	62,5	25	100	87,5	25	12,5	915
ШЛ25×32						32		1170
ШЛ25×40						40		1470
ШЛ25×50						50		1830
ШЛ32×32	32	80	32	128	112	32	16	1920
ШЛ32×40						40		2440
ШЛ32×50						50		3060
ШЛ32×64						64		3900
ШЛ40×40	40	100	40	160	140	40	12	3860
ШЛ40×50						50		4800
ШЛ40×64						64		6150
ШЛ40×80						80		7700

тельно большой расход обмоточного провода (увеличенный диаметр среднего витка).

Унифицированные броневые ленточные магнитопроводы типа ШЛ отличаются тем, что оба конца каждого стержня соединяются не менее чем двумя боковыми ярмами. Броневые ленточные магнитопроводы собирают встык из отдельных частей С-образной формы, торцевые поверхности которых шлифуют.

По сравнению с пластинчатыми магнитопроводами ленточные более экономичны в производстве. Их масса примерно на 20...25 % меньше, чем у пластинчатых, при одной и той же габаритной мощности.

Общий вид и габаритные размеры магнитопроводов типа ШЛ из электротехнических сталей и пермаллоев показаны на рис. 2.12. Конструктивные размеры магнитопроводов типа ШЛ приведены в табл. 2.29. Расчетные параметры броневых ленточных магнитопроводов даны в табл. 2.30.

Броневые ленточные магнитопроводы с уменьшенным отношением ширины окна к толщине навивки типа ШЛМ применяются в трансформаторах наименьшей массы на частоте 50 Гц, в высоковольтных трансформаторах, трансформаторах мощностью до 100 В·А, трансформаторах с ограничением по падению напряжения и в дросселях фильтров.

Общий вид и габаритные размеры магнитопроводов типа ШЛМ показаны на рис. 2.12. Конструктивные размеры магнитопроводов из электротехнических сталей приве-

Таблица 2.30. **Расчетные параметры броневых ленточных магнитопроводов типа ШЛ**

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, см^2	Средняя длина магнитной силовой линии $l_{ср.ст}$, см	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна $S_{ст}\cdot S_{ок}$, см^4	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, см^2	Масса магнитопровода, г, не более	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см
ШЛ6×6,5	0,34	4,7	0,35	1,83	13	3,8
ШЛ6×8	0,41		0,43	2,26	16	4,1
ШЛ6×10	0,52		0,54	2,82	20	4,5
ШЛ6×12,5	0,65		0,68	3,52	24	5
ШЛ8×8	0,55	6,8	1,02	4,35	30	5,1
ШЛ8×10	0,69		1,28	5,45	37	5,5
ШЛ8×12,5	0,86		1,6	6,8	47	6
ШЛ8×16	1,16		2,05	8,7	60	6,7
ШЛ10×10	0,87	8,5	2,5	4,7	57	6,5
ШЛ10×12,5	1,09		3,12	9,56	71	7
ШЛ10×16	1,39		4	11,8	91	7,7
ШЛ10×20	1,74		5	14,8	113	8,5
ШЛ12×12,5	1,31	10,2	5,4	13,36	100	8
ШЛ12×16	1,68		6,9	17,1	130	8,7
ШЛ12×20	2,1		8,7	21,4	165	9,5
ШЛ12×25	2,63		10,8	26,8	205	10,5
ШЛ16×16	2,24	13,6	16,6	30,46	235	10,8
ШЛ16×20	2,8		20,5	38,1	295	11,6
ШЛ16×25	3,5		25,6	47,6	370	12,6
ШЛ16×32	4,5		32,6	61,2	470	14

Окончание табл. 2.30

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, см^2	Средняя длина магнитной силовой линии $l_{ср.\ ст}$, см	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна $S_{ст} \cdot S_{он}$, см^4	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, см^2	Масса магнитопровода, г, не более	Средняя длина витка $l_{ср.\ м}$, см
ШЛ20×20	3,5	17,1	40	59,9	460	13,7
ШЛ20×25	4,4		50	75,2	575	14,7
ШЛ20×32	5,6		64	95,8	735	16,1
ШЛ20×40	7,1	17,1	80	121,4	920	17,7
ШЛ25×25	5,5	21,3	98	117	900	17,2
ШЛ25×32	7,1		125	151,2	1150	18,8
ШЛ25×40	8,8		156	187,4	1440	20,2
ШЛ25×50	11		195	234	1800	22,2
ШЛ32×32	9,1	27,3	261	284,4	1900	22,2
ШЛ32×40	11,3		328	308,5	2370	23,8
ШЛ32×50	14,2		410	388	2970	25,8
ШЛ32×64	18,1		523	494	3800	28,6
ШЛ40×40	14,2	34,2	640	486	3720	27,9
ШЛ40×50	17,7		800	605	4650	29,9
ШЛ40×64	22,7		1025	776	5960	32,7
ШЛ40×80	28,4		1280	971	7430	35,9

Т а б л и ц а 2.31. **Конструктивные размеры ленточных магнитопроводов типа ШЛМ**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	в, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ШЛМ6×6,5	6	6,5	4	20	16	10	3	10
ШЛМ6×8		8						12
ШЛМ6×10		10						15
ШЛМ6×12,5		12,5						18
ШЛМ8×6,5	8	6,5	5	26	21	13	4	18
ШЛМ8×8		8						21
ШЛМ8×10		10						27
ШЛМ8×12,5		12,5						33
ШЛМ8×16		16						43
ШЛМ10×8	10	8	6	32	28	18	5	35
ШЛМ10×10		10						44
ШЛМ10×12,5		12,5						55
ШЛМ10×16		16						70
ШЛМ10×20		20						88
ШЛМ12×10	12	10	8	40	35	23	6	67
ШЛМ12×12,5		12,5						88
ШЛМ12×16		16						107
ШЛМ12×20		20						133
ШЛМ12×25		25						166
ШЛМ16×12,5		12,5						131
ШЛМ16×16		16						168

Типоразмер магнитопровода	a, мм	в, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ШЛМ16×20	16	20	9	50	42	26	8	210
ШЛМ16×25		25						270
ШЛМ16×32		32						334
ШЛМ20×16	20	16	12	64	56	36	10	280
ШЛМ20×20		20						350
ШЛМ20×25		25						437
ШЛМ20×32		32						567
ШЛМ20×40		40						700
ШЛМ25×20	25	20	15	80	70	45	12,5	547
ШЛМ25×25		25						683
ШЛМ25×32		32						875
ШЛМ25×40		40						1093
ШЛМ25×50		50						1360
ШЛМ32×25	32	25	18	100	86	54	16	1080
ШЛМ32×32		32						1380
ШЛМ32×40		40						1730
ШЛМ32×50		50						2170
ШЛМ32×64		64						2750
ШЛМ40×32	40	32	24	128	112	72	20	2240
ШЛМ40×40		40						2810
ШЛМ40×50		50						3520
ШЛМ40×64		64						4500
ШЛМ40×80		80						5650

Таблица 2.32. **Расчетные параметры броневых ленточных магнитопроводов типа ШЛМ**

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, см^2	Площадь $S_{ок}$, см^2	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна $S_{ст} \cdot S_{ок}$, см^4	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, см^3
ШЛМ6×6,5	0,39		0,156		1,458
ШЛМ6×8	0,48		0,192		1,795
ШЛМ6×10	0,6	0,4	0,24	3,74	2,244
ШЛМ6×12,5	0,75		0,3		2,805
ШЛМ8×6,5	0,52		0,338		2,53
ШЛМ8×8	0,64		0,416		3,11
ШЛМ8×10	0,8	0,65	0,52	4,86	3,89
ШЛМ8×12,5	1		0,65		4,86
ШЛМ8×16	1,28		0,832		6,22
ШЛМ10×8	0,8		0,87		5,1
ШЛМ10×10	1		1,08		6,37
ШЛМ10×12,5	1,25	1,08	1,35	6,37	7,97
ШЛМ10×16	1,6		1,728		10,2
ШЛМ10×20	2		2,16		12,75
ШЛМ12×10	1,2		2,208		9,7
ШЛМ12×12,5	1,5		2,76		12,1
ШЛМ12×20	1,92	1,84	3,532	8,08	15,5
ШЛМ12×20	2,4		4,416		19,4
ШЛМ12×25	3		5,52		24,2
ШЛМ16×12,5	2		4,68		19
ШЛМ16×16	2,56		6		24,4
ШЛМ16×20	3,2	2,34	7,5	9,51	30,5
ШЛМ16×25	4		9,35		38,1
ШЛМ16×32	5,12		12		48,7
ШЛМ20×16	3,2		13,8		40,6
ШЛМ20×20	4		17,3		50,8
ШЛМ20×25	5	4,32	21,6	12,7	63,5
ШЛМ20×32	6,4		27,6		81,3
ШЛМ20×40	8		34,6		101,5
ШЛМ25×20	5		33,75		79,5
ШЛМ25×25	6,25		42,187		99,5
ШЛМ25×32	8	6,75	54	15,9	127
ШЛМ25×40	10		67,5		159
ШЛМ25×50	12,5		84,375		199
ШЛМ32×25	8		77,76		157,5
ШЛМ32×32	10,24		99,533		202
ШЛМ32×40	12,8	9,72	124,416	19,7	252
ШЛМ32×50	16		155,52		315
ШЛМ32×64	20,48		199,07		403,45
ШЛМ40×32	12,8		221,184		426
ШЛМ40×40	16		276,48		408
ШЛМ40×50	20	17,28	345,6	25,5	510
ШЛМ40×64	25,6		442,368		652,8
ШЛМ40×80	32		552,96		816

Таблица 2.33. **Конструктивные размеры броневых ленточных магнитопроводов типа ШЛО**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	A, мм	L, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ШЛО4×5		5						6
ШЛО4×6,5		6,5						7,8
ШЛО4×8		8						9,8
ШЛО4×10	4	10	6	20,6	17,4	13	2,2	12,2
ШЛО4×12,5		12,5						15,2
ШЛО4×16		16						19,6
ШЛО5×5		5						9,4
ШЛО5×6,5		6,5						12,4
ШЛО5×8		8						15,4
ШЛО5×10	5	10	8	26,8	21,4	16	2,5	19,2
ШЛО5×12,5		12,5						23,9
ШЛО5×16		16						30,8
ШЛО6×6,5		6,5						19,7
ШЛО6×8		8						24,2
ШЛО6×10		10						30,3
ШЛО6×12,5	6	12,5	10	32,8	28,4	22	3	37,6
ШЛО6×16		16						48,2
ШЛО6×20		20						60,6
ШЛО8×8		8						39,4
ШЛО8×10	8	10	12	40,8	35,4	27	4,2	49,8
ШЛО8×12,5		12,5						62,3
ШЛО8×16		16						80,2
ШЛО10×10		10						75,7
ШЛО10×12,5	10	12,5	15	50,8	42,4	32	5,2	94
ШЛО10×16		16						121
ШЛО10×20		20						151
ШЛО12×12,5		12,5						151
ШЛО12×16	12	16	20	65	57	44	6,5	193
ШЛО12×20		20						243
ШЛО12×25		25						303
ШЛО16×16		16						318
ШЛО16×20	16	20	24	81	71	54	8,5	402
ШЛО16×25		25						498
ШЛО16×32		32						635

дены в табл. 2.31. Расчетные параметры ленточных магнитопроводов типа ШЛМ приведены в табл. 2.32.

Малогабаритные броневые ленточные магнитопроводы с увеличенным окном типа ШЛО применяются в низковольтных трансформаторах на частотах до 5000 Гц и в высоковольтных трансформаторах на частотах 50...1000 Гц, наименьших массы, объема и стоимости.

Общий вид и габаритные размеры магнитопроводов типа ШЛО показаны на рис. 2.12. Конструктивные размеры магнитопроводов из электротехнических сталей приведены в табл. 2.33. Расчетные параметры ленточных магнитопроводов типа ШЛО приведены в табл. 2.34.

Броневые ленточные магнитопроводы типа ШЛП применяются в трансформаторах и дросселях наименьшего объема на частотах 400...1000 Гц.

Таблица 2.34. **Расчетные параметры броневых ленточных магнитопроводов типа ШЛО**

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, $см^2$	Площадь окна $S_{ок}$, $см^2$	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна $S_{ст}\cdot S_{ок}$, $см^4$	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, $см^3$
ШЛО4×5	0,2		0,156		0,088
ШЛО4×6,5	0,26		0,203		0,115
ШЛО4×8	0,32	0,78	0,249	4,42	0,141
ШЛО4×10	0,4		0,312		0,177
ШЛО4×12,5	0,5		0,39		0,221
ШЛО4×16	0,64		0,499		0,283
ШЛО5×5	0,25		0,32		0,139
ШЛО5×6,5	0,32		0,409		0,178
ШЛО5×8	0,4	1,28	0,512	5,58	0,223
ШЛО5×10	0,5		0,64		0,279
ШЛО5×12,5	0,625		0,8		0,346
ШЛО5×16	0,8		1,024		0,446
ШЛО6×6,5	0,39		0,858		0,286
ШЛО6×8	0,48	2,2	1,056	7,34	0,352
ШЛО6×10	0,6		1,32		0,44
ШЛО6×12,5	0,75		1,65		0,55
ШЛО6×16	0,96	2,2	1,98	7,34	0,705
ШЛО6×20	1,2		2,64		0,88
ШЛО8×8	0,64		2,073		0,58
ШЛО8×10	0,8		2,592		0,725
ШЛО8×12,5	1	3,24	3,24	9,06	0,906
ШЛО8×16	1,26		4,082		1,14
ШЛО10×10	1		4,8		1,1
ШЛО10×12,5	1,25		6		1,37
ШЛО10×16	1,6	4,8	7,68	11	1,76
ШЛО10×20	2		9,6		2,2
ШЛО12×12,5	1,5		13,2		2,2
ШЛО12×16	1,92		16,896		2,82
ШЛО12×20	2,4	8,8	21,12	14,7	3,53
ШЛО12×25	3		26,4		4,41
ШЛО16×16	2,56		33,177		4,63
ШЛО16×20	3,2		41,472		5,8
ШЛО16×25	4	12,96	51,84	18,1	7,25
ШЛО16×32	5,12		66,355		9,26

Общий вид и габаритные размеры магнитопроводов типа ШЛП показаны на рис. 2.12. Конструктивные размеры и расчетные параметры магнитопроводов из электротехнических сталей приведены в табл. 2.35 и 2.36.

Малогабаритные броневые ленточные магнитопроводы типа ШЛП применяются в трансформаторах наименьшей стоимости, рассчитанных на допустимое падение напряжения в обмотках.

Таблица 2.35. **Конструктивные размеры броневых ленточных магнитопроводов типа ШЛП**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	L, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ШЛП3×12,5		12,5						11,2
ШЛП3×16	3	16	3	12	16	13	1,5	14,3
ШЛП3×20		20						17,9
ШЛП4×12,5		12,5						22
ШЛП4×16	4	16	4	16	24	20	2	28,1
ШЛП4×20		20						35,2
ШЛП4×25		25						44
ШЛП5×16		16						37,7
ШЛП5×20	5	20	5	20	25	20	2,5	47,1
ШЛП5×25		25						59
ШЛП6×16		16						63,3
ШЛП6×20	6	20	5	24	36	30	3	79,2
ШЛП6×25		25						99
ШЛП8×16		16						104,5
ШЛП8×20	8	20	8	32	44	36	4	131
ШЛП8×25		25						164
ШЛП10×20		20						188,5
ШЛП10×25	10	25	10	40	50	40	5	235,5
ШЛП10×32		32						302

Таблица 2.36. **Расчетные параметры броневых ленточных магнитопроводов типа ШЛП**

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, $см^2$	Площадь окна $S_{ок}$, $см^2$	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна $S_{ст}\cdot S_{ок}$, $см^4$	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, $см^3$
ШЛП3×12,5	0,375		0,146		15,53
ШЛП3×16	0,48	0,39	0,187	41,42	19,88
ШЛП3×20	0,6		0,234		24,85
ШЛП4×12,5	0,5		0,4		30,28
ШЛП4×16	0,64	0,8	0,512	60,57	38,76
ШЛП4×20	0,8		0,64		48,46
ШЛП4×25	1		0,8		60,57
ШЛП5×16	0,8		0,8		52,59
ШЛП5×20	1	1	1	65,71	65,71
ШЛП5×25	1,25		1,25		82,137
ШЛП6×16	0,96		1,728		87,216
ШЛП6×20	1,2	1,8	2,16	90,85	109,02
ШЛП6×25	1,5		2,7		136,275

Окончание табл. 2.36.

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, $см^2$	Площадь окна $S_{ок}$, $см^2$	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна $S_{ст}\cdot S_{ок}$, $см^4$	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, $см^3$
ШЛП8×16	1,28		3,686		144,806
ШЛП8×20	1,6	2,88	4,608	113,13	188,008
ШЛП8×25	2		5,76		225,26
ШЛП10×20	2		8		262,84
ШЛП10×25	2,5	4	10	131,42	328,55
ШЛП10×32	3,2		12,8		420,544

Таблица 2.37. **Конструктивные размеры броневых ленточных магнитопроводов типа ШЛР**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	L, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ШЛР8×28	8	28	8	32	28	20	4	126,6
ШЛР10×16		16						93
ШЛР10×20	10	20	7	34	30	20	5	116,2
ШЛР12×25		25						212
ШЛР12×32	12	32	8	40	37	25	6	277,6
ШЛР16×20		20						282
ШЛР16×25		25						352
ШЛР16×32	16	32	8	48	48	32	8	450,5
ШЛР16×40		40						563
ШЛР20×25		25						549,5
ШЛР20×32		32						703,5
ШЛР20×40	20	40	10	60	60	40	10	880
ШЛР20×50		50						1100

Общий вид и габаритные размеры броневых магнитопроводов типа ШЛР показаны на рис. 2.12. Конструктивные размеры и расчетные параметры магнитопроводов типа ШЛП приведены в табл. 2.37 и 2.38.

Магнитопроводы, изготовленные из стали толщиной 0,05 и 0,08 мм, применяются в трансформаторах, работающих на частотах 400...5000 Гц. Магнитопроводы из стали толщиной 0,15...0,35 мм применяются для трансформаторов, работающих на частоте 50 Гц.

2.3. Магнитопроводы типа П

Стержневые пластинчатые магнитопроводы типов ПН и ПУ применяются в малогабаритных трансформаторах и дросселях РЭА и АСС, на которые распространяются

Таблица 2.38. **Расчетные параметры броневых ленточных магнитопроводов типа ШЛР**

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, $см^2$	Площадь окна магнитопровода $S_{ок}$, $см^2$	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна $S_{ст}\cdot S_{ок}$, $см^4$	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, $см^3$
ШЛР8×28	2,24	1,6	3,584	8,11	18,17
ШЛР10×16	1,6		2,24		13,66
ШЛР10×20	2	1,4	2,8	8,54	17,08
ШЛР12×25	3		6		29,61
ШЛР12×32	3,84	2	7,68	9,87	37,91
ШЛР16×20	3,2		8,192		41,69
ШЛР16×25			10,24		52,12
ШЛР16×32	5,12	2,56	13,11	13,03	66,71
ШЛР16×40	6,4		16,38		83,39
ШЛР20×25	5		20		81,4
ШЛР20×32	6,4		25,6		104,19
ШЛР20×40	8	4	32	16,28	130,24
ШЛР20×50	10		40		162,8

требования в части воздействия механических и климатических факторов по ГОСТ 25467—82Е. Пластинчатые магнитопроводы типов ПН и ПУ предназначены для работы в интервале температур —60...+155 °С.

Стержневые магнитопроводы типов ПН и ПУ изготовляются промышленностью в одном исполнении из пластин типов Пн и Пу электротехнических сталей, пермаллоев и различных ферромагнитных сплавов соответственно.

Общий вид и габаритные размеры пластин типов Пн и Пу показаны на рис. 2.13. Конструктивные размеры пластин типов Пн и Пу приведены в табл. 2.39.

Надежность работы стержневых пластинчатых магнитопроводов типов ПН и ПУ зависит от воздействий электромагнитных полей и других внешних факторов и обеспечивается свойствами применяемых электромагнитных материалов, а также конструкцией сборочных единиц, в которых они используются.

Общий вид и габаритные размеры пластинчатых стержневых магнитопроводов типов ПН и ПУ показаны на

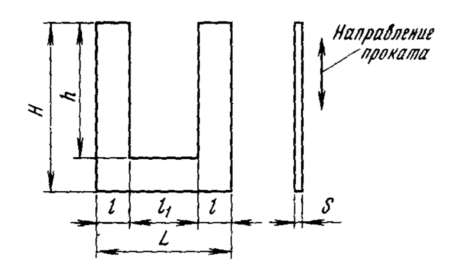


Рис. 2.13. Пластина стержневого магнитопровода типов Пн, Пу

Т а б л и ц а 2.39. **Конструктивные размеры пластин типа Пн и Пу магнитопроводов типа ПН и ПУ**

Типоразмер пластины	l, мм		l1, мм		h, мм		H, мм		L, мм	
	номинал	предельное отклонение	номинал	предельное отклонение	номинал	предельное отклонение	номинал	предельное отклонение	номинал	предельное отклонение
Пн-1,5	1,5	h11	3	H11	6	H11	7,5	h11	6	h11
Пн-2	2		4		8		10		8	
Пн-3	3		6		12		15		12	
Пн-5	5		10		20		25		20	
Пн-6	6		12		24		30		24	
Пу-2	2		4		10		12		8	
Пу-3	3		6		15		18		12	
Пу-4	4		8		20		24		16	
Пу-6	6		12		30		36		24	

рис. 2.14. Конструктивные размеры и расчетные параметры пластинчатых стержневых магнитопроводов типов ПН и ПУ приведены в табл. 2.40 и 2.41.

Магнитопроводам типов ПН и ПУ присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. Условное обозначение магнитопроводов типов ПН и ПУ состоит из слова "магнитопровод", обозначения типоразмера магнитопровода и обозначения стандарта или ТУ. В обозначении типоразмера магнитопровода буквы ПН и ПУ обозначают, что магнитопровод собирают из пластин типов Пн или Пу (Пн — пластина П-образная, нормальная, высота стержней больше ширины окна; Пу — пластина П-образная, удлиненная, высота стержней в 2,5 раза больше ширины окна), цифры обозначают номинальные размеры ширины стержней и толщины магнитопровода. Пример условного обозначения магнитопровода типа ПН: магнитопровод ПН-5×10 ГОСТ 20249—80.

Магнитопроводы типа П из ферритов марок 1500НМ1, 2000НМ1 широко применяются в различных электромагнитных устройствах и в качестве индуктивных элементов запоминающих устройств РЭА.

Общий вид и основные размеры магнитопроводов типа П из ферритов марок 1500НМ1, 2000НМ1 показаны на рис. 2.15. Масса магнитопроводов не превышает 2 г.

Магнитопроводам присвоено сокращенное обозначение в соответствии с принятой единой классификацией М2000НМ1-13 и М1500НМ1-3, где М — феррит; 2000, 1500 — номинальная начальная магнитная проницаемость;

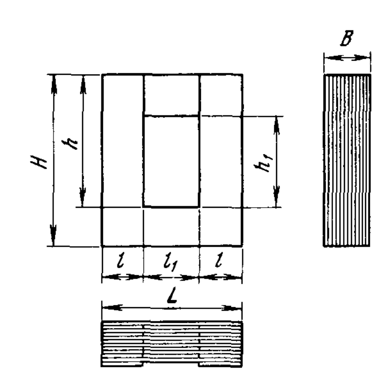


Рис. 2.14. Общий вид пластинчатых стержневых магнитопроводов типов ПН, ПУ

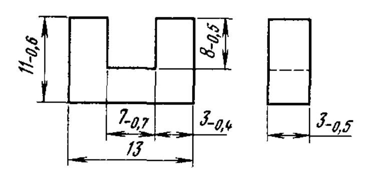


Рис. 2.15. Общий вид магнитопровода типа П из феррита марок 1500НМ1, 2000НМ1

Т а б л и ц а 2.40. **Конструктивные размеры магнитопроводов типов ПН и ПУ**

Типоразмер магнитопровода	l, мм	l1, мм	L, мм	B, мм	h, мм	H, мм	h1, мм
ПН-1,5×1,5 ПН-1,5×3	1,5	3	6	1,5 3	4,5	7,5	6
ПН-2×4	2	4	8	4	6	10	8
ПН-3×3 ПН-3×6	3	6	12	3 6	9	15	12
ПН-5×5 ПН-5×10	5	10	20	5 10	15	25	20
ПН-6×6 ПН-6×12	6	12	24	6 12	18	30	24
ПУ-2×2 ПУ-2×4	2	4	8	2 4	8	12	10
ПУ-3×3 ПУ-3×6	3	6	12	3 6	12	18	15
ПУ-4×4 ПУ-4×8	4	8	16	4 8	16	24	20
ПУ-6×6 ПУ-6×12	6	12	24	6 12	24	36	30

Таблица 2.41. **Расчетные параметры пластинчатых стержневых магнитопроводов типов ПН и ПУ**

Типоразмер магнитопровода	Типоразмер пластины	Средняя длина магнитной силовой линии l_c,	Средняя длина витка проводника l_o,	Площадь поперечного сечения стержня S_c, см^2	Площадь окна магнитопровода $S_{ок}$, см^2	Активный объем магнитопровода V_c, см^3	Конструктивная постоянная $\beta \cdot 10^{-2}$, см^2
ПН-1,5×1,5	Пн-1,5	1,97	1,99	0,02	0,13	0,05	0,066
ПН-1,5×3			2,29	0,04		0,1	0,115
ПН-2×4	Пн-2	2,63	2,84	0,18	0,24	0,22	0,257
ПН-3×3	Пн-3	3,94	3,34	0,09	0,54	0,38	0,369
ПН-3×6			3,94	0,18		0,76	0,626
ПН-5×5	Пн-5	6,57	5,14	0,25	1,49	1,75	1,103
ПН-5×10			6,14	0,49		3,5	1,81
ПН-6×6	Пн-6	7,89	6,04	0,36	2,15	3,02	1,624
ПН-6×12			6,24	0,71		6,05	3,1
ПУ-2×2	Пу-2	3,03	2,44	0,04	0,32	0,13	0,173
ПУ-2×4			2,84	0,08		0,26	0,297
ПУ-3×3	Пу-3	3,94	3,34	0,09	0,54	0,39	0,369
ПУ-3×6			3,94	0,18		0,76	0,626
ПУ-4×4	Пу-4	6,06	4,24	0,16	1,27	1,02	0,791
ПУ-4×8			5	0,31		2,05	1,3
ПУ-6×6	Пу-6	9,1	6,04	0,36	2,86	3,46	1,773
ПУ-6×12			7,24	0,71		6,91	3,082

НМ — магнитомягкие низкочастотные (марганцово-цинковые): 13, 3 — порядковый номер исполнения. Магнитопроводам присвоено также условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации и состоит из слова магнитопровод, сокращенного и условного обозначений, состоящих из букв ПП, т. е. "П-образный магнитопровод прямоугольного сечения", первое число — расстояние между ножками, второе — ширина ножки магнитопровода, третье — ширина магнитопровода. Пример записи магнитопроводов в конструкторской документации: магнитопровод М2000НМ1-13 ПП7×3×3; магнитопровод М1500НМ1-3 ПП7×3×3.

Эксплуатация магнитопроводов в тропических условиях обеспечивается герметизацией сборочных единиц РЭА.

Стержневые магнитопроводы из ферритов марок 4000НМС, 3000НМС, 2000НМС, 2000НМС1 типа П применяются в качестве магнитопроводов выходных строчных трансформаторов телевизионных приемников, работающих в сильных магнитных полях. Магнитопроводы имеют максимальное значение магнитной проницаемости при индукциях до 2000 Гс, обеспечивают необходимое напряжение на кинескопе при малой потребляемой мощности и одновременно минимальные потери при этих индукциях и рабочей частоте пилообразного тока. Промышленностью изготавливаются магнитопроводы трех типов: П — магнитопроводы П-образные с овальным сечением ножки, ПК — магнитопроводы П-образные с ножкой круглого сечения, ПП — магнитопроводы П-образные с ножкой прямоугольного сечения. Наиболее распространенной конструкцией магнитопроводов является магнитопровод с круглым сечением ножки, так как в этом случае достигается наименьшая длина витка при прочих равных условиях.

Магнитопроводам присвоено сокращенное обозначение М4000НМС-2, М3000НМС-1, М2000НМС-1, М2000НМС1-1, где М — феррит, 4000, 3000, 2000 — магнитная проницаемость; НМС — низкочастотный, марганцово-цинковый для сильных полей; 1 — модификация марки феррита; 1, 2 — порядковый номер исполнения. Стержневым магнитопроводам из марганцово-цинковых ферритов для сильных полей присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. В общем виде условное обозначение магнитопровода типа П содержит: слово "магнитопровод", сокращенное обозначение, типоразмер магнитопровода и обозначение стандарта или ТУ, по которым осуществляется поставка магнитопроводов заказчику. Примеры обозначений магнитопроводов: магнитопровод М2000НМС1 П-110А; магнитопровод М3000НМС ПК40×18×24; магнитопровод М2000НМС ПП24×15×15.

Общий вид и основные габаритные размеры стержневых магнитопроводов типа П из ферритов марок 4000НМС, 3000НМС, 2000НМС, 2000НМС1 показаны на рис. 2.16. Конструктивные и эффективные размеры типа П приведены в табл. 2.42, 2.43, 2.44, 2.45.

Т а б л и ц а 2.42. **Конструктивные размеры магнитопроводов типа П из ферритов марок 2000НМС и 2000НМС1**

Марка феррита	Типоразмер магнитопровода	L, мм	l, мм	l_1, мм	B, мм	h_1, мм	h, мм	H, мм	c, мм	Масса, г, не более
2000НМС, 2000НМС1	П-110	53,8	30,2	11,8	15	13	20	33	0,5	75
	П-110А	67	41	13	16	13	20	33	0,6	90
	П-110Б	67	41	13	16	13	20	33	0,6	100
	П-110П	53,8	30,2	11,8	15	13	20	33	0,5	62

Т а б л и ц а 2.43. **Конструктивные размеры магнитопроводов типа ПК из ферритов марок 4000НМС, 3000НМС, 2000НМС и 2000НМС1**

Марка феррита	Типоразмер магнитопровода	l, мм	D, мм	H, мм	h, мм	B, мм	L, мм	R, мм	c, мм	R_1, мм	Масса, г, не более
3000НМС	ПК20×16	20	16	30	16	3,5	50	7,5	6	1,75	77
	ПК20×16×24			38	24						91
3000НМС	ПК17×12	17	12	24	13	2,5	40	5,5	5	1,25	35
2000НМС, 2000НМС1, 3000НМС, 4000НМС	ПК26×13	26	13	21	11	3	51	6	5	1,5	36,7
2000НМС, 2000НМС1, 3000НМС, 4000НМС	ПК30×16	30	16	30	16	3,5	60	7,5	6	1,75	80
2000НМС, 2000НМС1, 3000НМС, 4000НМС	ПК30×16	30	16	30	16	3,5	60	7,5	6	1,75	80
2000НМС, 2000НМС1, 3000НМС, 4000НМС	ПК38×14	38	14	34	19	3,5	65	6,5	5,5	1,75	67
2000НМС, 2000НМС1, 3000НМС, 4000НМС	ПК40×16	40	16	33	20	4,5	70	7,5	6	2,25	87
2000НМС, 2000НМС1, 3000НМС, 4000НМС	ПК40×18	40	18	36	20	4,5	74	8,5	7	2,25	130
3000НМС	ПК40×18×24	40	18	40	24	4,5	74	8,5	7	2,25	146
2000НМС, 2000НМС1, 3000НМС, 4000НМС	ПК48×20	48	20	46	28	4,5	86	9,5	8	2,25	220

Таблица 2.44. **Конструктивные размеры магнитопроводов типа ПП из феррита**

Марка феррита	Типоразмер магнитопровода	l, мм	l_1, мм	B, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	L, мм	Масса, г, не более
2000НМС	ПП24×15×15	$24^{+1,6}$	$15_{-0,7}$	15_{-1}	$33,2_{-1,4}$	$19,5_{-0,9}$	15±0,3	54	100

Таблица 2.45. **Эффективные параметры магнитопроводов типов П, ПП и ПК из ферритов марок 2000НМС, 2000НМС1, 3000НМС, 4000НМС**

Типоразмер магнитопровода	Эффективный путь магнитной линии магнитопровода $l_{эфф}$, см	Эффективная площадь поперечного сечения магнитопровода $S_{эфф}$, см^2	Эффективный объем поперечного сечения $V_{эфф}$, см^3
П110	17,4	1,55	27
П110А	19,9	1,72	34,2
П110П	16,3	1,46	23,8
ПК20×16	16	1,82	29
ПК20×16×24	19,2	1,82	34,9
ПК17×12	9,8	1,11	10,8
ПК26×13	12,8	1,11	14,2
ПК30×16	16,5	1,82	30
ПК38×14	18,7	1,37	25,6
ПК40×16	19,9	1,71	34
ПК40×18	20,8	2,32	46,2
ПК20×18×24	22,4	2,32	52
ПК48×20	26	2,89	75,1
ПП24×15×15	17,2	1,67	28,1

Механические напряжения растяжения и сжатия, направленные перпендикулярно или параллельно рабочему магнитному полю, вызывают максимальное изменение параметров. Длительность импульса ударных нагрузок не менее 5 мс.

При применении магнитопроводов в трансформаторах РЭА не допускается возникновение в магнитопроводах статических и динамических напряжений, превышающих 500 кПа. Изменение начальной магнитной проницаемости при этом не превышает ±5 %.

Магнитопроводы типа П из феррита марки 2000НМ находят применение в различных трансформаторах электронной техники и электротехники, работающих в слабых магнитных полях, на которые распространяются требования в части воздействия механических и климатических факторов, установленных ГОСТ 16962—71.

Каждый магнитопровод состоит из одного П-образного магнитопровода и одного пластинчатого магнитопровода. Промышленностью изготовляются магнитопроводы одного типоразмера в соответствии с технической документацией, утвержденной в установленном порядке. Магнитопроводам типа П из феррита марки 2000НМ присвоено сокращенное обозначение М2000НМ-29, где М — феррит; 2000 — начальная магнитная проницаемость; НМ — низкочастотные, марганцово-цинковые для слабых полей; 29 — порядковый номер разработки магнитопровода из феррита марки 2000НМ.

Магнитопроводам присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской

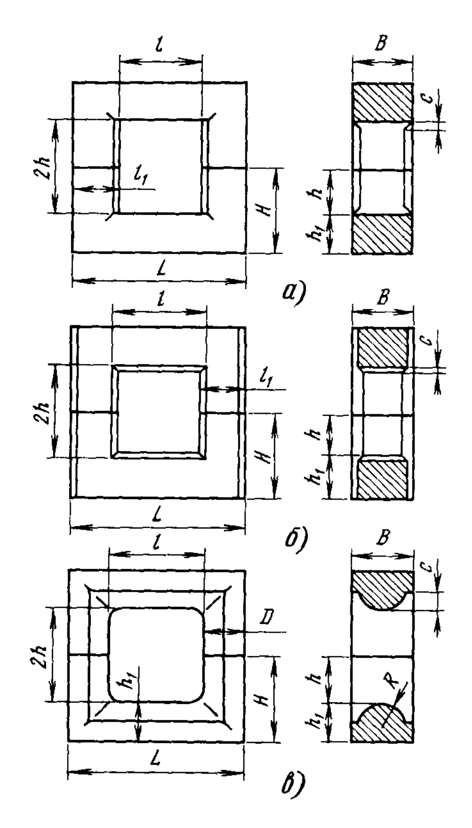


Рис. 2.16. Общий вид стержневых магнитопроводов типа П из феррита марок 4000НМС, 3000НМС, 2000НМС, 2000НМС1:
а – тип П; *б* – типа ПП; *в* – тип ПК

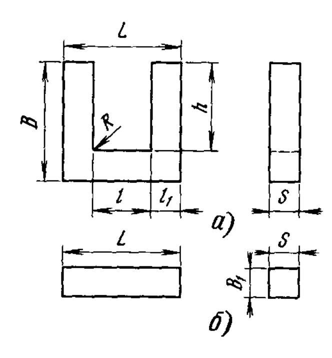


Рис. 2.17. Магнитопровод П-образный замкнутый прямоугольного сечения типа ПП из феррита марки 2000НМ:
а – магнитопровод типа ПП; *б* – пластина типа П

Таблица 2.46. **Конструктивные размеры П-образных магнитопроводов с замыкающей пластиной из феррита марки 2000НМ**

Типоразмер магнитопровода	L, мм	l, мм	l_1, мм	B, мм	B_1, мм	S, мм	h, мм	R, мм	Масса, г, не более
ПП7×2×3,5	11±0,5	7±0,2	2±0,1	$4{,}5_{-0{,}3}$	—	3,5±0,15	2,5	0,1	0,8
Пластина		—	—	—	2±0,1		—	—	0,5

документации и состоит из слова магнитопровод, сокращенного обозначения, типоразмера магнитопровода и обозначения стандарта или ТУ. Пример обозначения: сердечник М2000НМ-29 ПП7×2×3,5.

Общий вид и габаритные размеры магнитопроводов типа П из феррита марки 2000НМ приведены на рис. 2.17. Конструктивные размеры магнитопроводов типа П приведены в табл. 2.46.

2.4. Магнитопроводы типа ПЛ

В бытовой и общепромышленной РЭА и приборах часто применяются стержневые ленточные магнитопроводы, изготавливаемые методом навивки калиброванного ленточного магнитного материала на специальные оправки. К магнитопроводам стержневой конструкции относятся: унифицированные П-образные ленточные магнитопроводы типа ПЛ; П-образные ленточные магнитопроводы с уменьшенным отношением ширины окна к толщине навивки магнитопровода типа ПЛМ; П-образные ленточные магнитопроводы с геометрическими размерами, обеспечивающими наименьшую стоимость электромагнитных устройств аппаратуры типа ПЛР; П-образные магнитопроводы с увеличенными отношениями ширины и высоты окна к толщине навивки типа ПЛВ.

Стержневые конструкции магнитопровода при наиболее простой технологии изготовления трансформаторов позволяют получать сравнительно высокую степень симметрии обмоток. Трансформаторы, выполненные на стержневых магнитопроводах, обладают определенными преимуществами перед броневыми конструкциями: они более технологичны при изготовлении; имеют более высокую степень симметрии обмоток; малые значения индуктивности рассеяния и емкости; имеют высокую степень устойчивости по отношению к внешним электромагнитным воздействиям; меньший расход обмоточного провода. Трансформаторы со стержневыми магнитопроводами, по сравнению с броневыми (при прочих равных условиях) создают значительно меньшее внешнее поле. Это позволяет располагать их ближе друг к другу, не опасаясь магнитной связи.

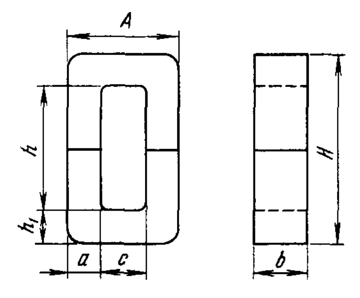


Рис. 2.18. Общий вид ленточных стержневых магнитопроводов типов ПЛ, ПЛМ, ПЛР, ПЛВ

Стержневые ленточные магнитопроводы типа ПЛ применяются в двухкатушечных трансформаторах, дросселях фильтров, трансформаторах питания бытовой РЭА и дросселях насыщения.

Стержневые магнитопроводы типа ПЛ применяются в низковольтных трансформаторах наименьшей массы на частотах 50 и 400 Гц мощностью до 500 В·А и более, а также в дросселях большой энергоемкости. Некоторые малогабаритные магнитопроводы применяются в низковольтных трансформаторах упрощенной конструкции только на частоте 50 Гц.

Магнитопроводам стержневой конструкции присвоено сокращенное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации ПЛ8×12,5×12,5, где ПЛ — П-образные ленточные; 8 — номинальный размер стержня; 12,5 — номинальный размер ширины окна; 12,5 — номинальная ширина магнитопровода.

Общий вид и габаритные размеры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛ показаны на рис. 2.18. Типы и размеры магнитопроводов ПЛ соответствуют ГОСТ 22050—76. Конструктивные размеры, расчетные и основные электромагнитные параметры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛ приведены в табл. 2.47, 2.48, 2.49.

Стержневые ленточные магнитопроводы типа ПЛ собирают встык из двух отдельных частей С-образной формы, торцевые поверхности которых шлифуются. Место среза магнитопровода определяется технологией изготовления и обозначается в рабочих чертежах.

Стержневые ленточные магнитопроводы типа ПЛМ применяются в электромагнитных устройствах, трансформаторах и дросселях с двумя катушками минимальной массы и минимальной стоимости. Магнитопроводы типа ПЛМ имеют уменьшенное соотношение ширины окна к толщине магнитопровода (толщине навивки).

Применение стержневого трансформатора с двумя катушками на магнитопроводе типа ПЛМ (вместо броневого) на частоте 50 Гц (при одинаковой мощности) позволяет получать выигрыш по массе на 5...6 %. Стержневой трансформатор с двумя катушками и магнитопроводом типа ПЛМ на частотах 50 и 400 Гц по сравнению с броневым трансформатором при их одинаковой стоимости дает выигрыш по мощности на 25...30 %.

Общий вид и габаритные размеры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛМ показаны на рис. 2.18. Конструктивные размеры и расчетные параметры магнитопроводов типа ПЛМ приведены в табл. 2.50 и 2.51.

Стержневые ленточные магнитопроводы типа ПЛР применяются в трансформаторах наименьшей стоимости, рассчитанных на заданный перегрев обмоток.

Таблица 2.47. **Конструктивные размеры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛ**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ПЛ6,5×12,5×8	6	12,5	8	21	21	8	6,5	28
ПЛ6,5×12,5×10					23	10		30
ПЛ6,5×12,5×12,5					25,5	12,5		33
ПЛ6,5×12,5×16					29	16		37
ПЛ8×12,5×12,5	8	12,5	10	26	28,5	12,5	8	47
ПЛ8×12,5×16					32	16		51
ПЛ8×12,5×20					36	20		57
ПЛ8×12,5×25					41	25		63
ПЛ10×12,5×20	10	12,5	12,5	32,5	40	20	10	81
ПЛ10×12,5×25					45	25		89
ПЛ10×12,5×32					52	32		98
ПЛ10×12,5×40					60	40		114
ПЛ12,5×16×25	12,5	16	16	41	50	25	12,5	163
ПЛ12,5×16×32					55	32		182
ПЛ12,5×16×40					65	40		203
ПЛ12,5×16×50					75	50		230
ПЛ12,5×25×32	12,5	25	20	45	57	32	12,5	292
ПЛ12,5×25×40					65	40		334
ПЛ12,5×25×50					75	50		376
ПЛ12,5×25×60						60		418
ПЛ16×32×40	16	32	25	57	72	40	16	612
ПЛ16×32×50					82	50		690
ПЛ16×32×65					97	65		795
ПЛ16×32×80					112	80		900
ПЛ20×40×50	20	40	32	72	90	50	20	1230
ПЛ20×40×60					100	60		1350
ПЛ20×40×80					120	80		1550
ПЛ20×40×100					140	100		1770
ПЛ25×50×65	25	50	40	90	115	65	25	2440
ПЛ25×50×80					130	80		2700
ПЛ25×50×100					150	100		3040
ПЛ25×50×120					170	120		3380
ПЛ32×64×80	32	64	50	114	144	80	32	5000
ПЛ32×40×100					164	100		5600
ПЛ32×40×130					194	130		6480
ПЛ32×40×160					224	160		7250
ПЛ40×80×100	40	80	64	144	180	100	40	9900
ПЛ40×80×120					200	120		10 700
ПЛ40×80×160					240	160		12 500
ПЛ40×80×200					280	200		14 300

Т а б л и ц а 2.48. **Расчетные параметры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛ**

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, см^2	Площадь окна $S_{ок}$, см^2	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна, $S_{ст} \cdot S_{ок}$, см^4	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, см^3
ПЛ6,5×12,5×8	0,73	0,64	0,467	3,69	2,69
ПЛ6,5×12,5×10		0,8	0,584	3,98	2,9
ПЛ6,5×12,5×12,5		1	0,73	4,33	3,16
ПЛ6,5×12,5×16		1,28	0,934	4,83	3,52
ПЛ8×12,5×12,5	0,9	1,25	1,125	6,06	5,45
ПЛ8×12,5×16		1,6	1,44	6,68	6,01
ПЛ8×12,5×20		2	1,8	7,38	6,64
ПЛ8×12,5×25		2,5	2,25	8,26	7,43
ПЛ10×12,5×20	1,01	2,5	2,5	9,6	9,69
ПЛ10×12,5×25		3,12	3,15	10,6	11,76
ПЛ10×12,5×32		4	4,04	11,6	12,71
ПЛ10×12,5×40		5	5,05	13,6	13,74
ПЛ12,5×16×25	1,8	4	7,2	12	21,6
ПЛ12,5×16×32		5,12	9,216	13,4	24,12
ПЛ12,5×16×40		6,4	11,52	15	27
ПЛ12,5×16×50		8	14,4	17	30,6
ПЛ12,5×25×32	2,81	6	16,81	13,8	38,78
ПЛ12,5×25×40		8	22,48	15,8	44,39
ПЛ12,5×25×50		10	28,1	17,8	50,02
ПЛ12,5×25×60		12	33,72	19,8	55,64
ПЛ16×32×40	4,64	10	46,1	18	82,98
ПЛ16×32×50		12,5	57,62	20	92,2
ПЛ16×32×65		16,25	74,91	23	106
ПЛ16×32×80		20	92,2	26	119,86
ПЛ20×40×50	7,2	16	115,2	22,7	163,44
ПЛ20×40×60		19,2	138,2	24,7	177,84
ПЛ20×40×80		25,6	184,32	28,7	206,6
ПЛ20×40×100		32	230,4	32,7	235,4
ПЛ25×50×65	11,25	26	292,5	28,8	324
ПЛ25×50×80		32	360	31,8	357,7
ПЛ25×50×100		40	450	35,8	402,7
ПЛ25×50×120		48	540	39,8	447,7
ПЛ32×64×80	18,43	40	737,2	36	663,4
ПЛ32×64×100		50	921,5	40	737,2
ПЛ32×64×130		65	1198	46	847,8
ПЛ32×64×160		80	1474	52	958,4
ПЛ40×80×100	28,8	64	1843	45,3	1304,6
ПЛ40×80×120		76,8	2212	49	1411,2
ПЛ40×80×160		102,4	2949	57,3	1650,2
ПЛ40×80×200		128	3689	65,3	1880,6

Т а б л и ц а 2.49. **Основные электрические и конструктивные параметры магнитопроводов типа ПЛ**

Типоразмер магнитопровода	Конструктивная постоянная $\tau_к \cdot 10^5$, с	Предельная мощность трансформаторов, В·А, на частоте		Произведение $\tau_к \cdot V_{ст}$, с·м^3	Коэффициент заполнения окна медью $К_м$
		50 Гц	400 Гц		
ПЛ6,5×12,5×8	0,6	2,5	10,5	$2{,}28 \cdot 10^{-11}$	0,1
ПЛ6,5×12,5×10	0,7	2,7	12,6	$2{,}86 \cdot 10^{-11}$	
ПЛ6,5×12,5×12,5	0,8	3	15,3	$3{,}56 \cdot 10^{-11}$	
ПЛ6,5×12,5×16	0,9	3,25	18,7	$4{,}46 \cdot 10^{-11}$	
ПЛ8×12,5×12,5	1,2	3,56	23	$0{,}74 \cdot 10^{-10}$	0,13
ПЛ8×12,5×16	1,4	4,4	28,4	$0{,}95 \cdot 10^{-10}$	
ПЛ8×12,5×20	1,6	4,8	33	$1{,}21 \cdot 10^{-10}$	
ПЛ8×12,5×25	1,8	6	39	$1{,}52 \cdot 10^{-10}$	
ПЛ10×12,5×20	2,2	7,5	46,5	$2{,}36 \cdot 10^{-10}$	0,15
ПЛ10×12,5×25	2,5	8,8	52	$2{,}96 \cdot 10^{-10}$	
ПЛ10×12,5×32	3	10	60	$3{,}90 \cdot 10^{-10}$	
ПЛ10×12,5×40	4,2	12,5	73	$4{,}87 \cdot 10^{-10}$	
ПЛ12,5×16×25	4,4	13,5	91	$0{,}95 \cdot 10^{-9}$	0,18
ПЛ12,5×16×32	5	16	110	$1{,}20 \cdot 10^{-9}$	
ПЛ12,5×16×40	5,6	19	130	$1{,}51 \cdot 10^{-9}$	
ПЛ12,5×16×50	6,1	22	156	$1{,}87 \cdot 10^{-9}$	
ПЛ12,5×25×32	7,6	28	200	$2{,}94 \cdot 10^{-9}$	0,2
ПЛ12,5×25×40	8,8	35	248	$3{,}90 \cdot 10^{-9}$	
ПЛ12,5×25×50	9,8	44	300	$4{,}88 \cdot 10^{-9}$	
ПЛ12,5×25×60	10,6	55	340	$5{,}54 \cdot 10^{-9}$	
ПЛ16×32×40	14,4	70	430	$1{,}19 \cdot 10^{-8}$	0,23
ПЛ16×32×50	16,2	90	510	$1{,}49 \cdot 10^{-8}$	
ПЛ16×32×65	18,4	115	620	$1{,}94 \cdot 10^{-8}$	
ПЛ16×32×80	20	145	730	$2{,}39 \cdot 10^{-8}$	
ПЛ20×40×50	24,8	180	860	$4{,}05 \cdot 10^{-8}$	0,25
ПЛ20×40×60	27,4	220	980	$4{,}87 \times 10^{-8}$	
ПЛ20×40×80	31,4	280	1220	$6{,}50 \cdot 10^{-8}$	
ПЛ20×40×100	34,4	350	1450	$8{,}10 \cdot 10^{-8}$	
ПЛ25×50×65	39,5	420	1840	$1{,}27 \cdot 10^{-7}$	0,26
ПЛ25×50×80	44	500	2150	$1{,}57 \cdot 10^{-7}$	
ПЛ25×50×100	49	620	2600	$1{,}96 \cdot 10^{-7}$	
ПЛ25×50×120	52,8	740	2800	$2{,}36 \cdot 10^{-7}$	
ПЛ32×64×80	75,6	1000	3500	$0{,}50 \cdot 10^{-6}$	0,3
ПЛ32×64×100	85	1200	4000	$0{,}62 \cdot 10^{-6}$	
ПЛ32×64×130	96	1400	4800	$0{,}81 \cdot 10^{-6}$	
ПЛ32×64×160	105	1750	5000	$1{,}00 \cdot 10^{-6}$	
ПЛ40×80×100	119	2400	6720	$1{,}55 \cdot 10^{-6}$	0,3
ПЛ40×80×120	133	2800	7750	$1{,}88 \cdot 10^{-6}$	
ПЛ40×80×160	150	3500	9000	$2{,}48 \cdot 10^{-6}$	
ПЛ40×80×200	165	4200	10000	$3{,}10 \cdot 10^{-6}$	

Т а б л и ц а 2.50. **Конструктивные размеры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛМ**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ПЛМ20×32×28	20	32	19	59	68	28	20	79
ПЛМ20×32×36					76	36		87
ПЛМ20×32×46					86	40		97
ПЛМ20×32×58					98	58		108
ПЛМ22×32×28	22	32	19	63	72	28	22	81
ПЛМ22×32×36					80	36		90
ПЛМ22×32×46					90	46		100
ПЛМ22×32×58					102	58		112
ПЛМ25×40×36	25	40	24	74	86	36	25	152
ПЛМ25×40×46					96	46		167
ПЛМ25×40×58					108	58		185
ПЛМ25×40×73					123	73		208
ПЛМ27×40×36	27	40	24	78	90	36	27	157
ПЛМ27×40×46					100	46		172
ПЛМ27×40×58					112	58		191
ПЛМ27×40×73					127	73		218
ПЛМ32×50×46	32	50	30	94	110	46	32	303
ПЛМ32×50×58					122	58		332
ПЛМ32×50×73					137	73		367
ПЛМ32×50×90					154	90		405
ПЛМ34×50×46	34	50	30	98	114	46	34	314
ПЛМ34×50×58					126	58		344
ПЛМ34×50×73					141	73		382
ПЛМ34×50×90					158	90		430

Т а б л и ц а 2.51. **Расчетные параметры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛМ**

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, $см^2$	Площадь окна $S_{ок}$, $см^2$	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна, $S_{ст} \cdot S_{ок}$, $см^4$	Средняя длина витка $l_{ср\,м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, $см^3$
ПЛМ20×32×28	6,4	5,32	34,05	15,68	100,35
ПЛМ20×32×36		6,84	43,78	17,28	110,59
ПЛМ20×32×46		8,74	55,94	19,28	123,39
ПЛМ20×32×58		11,08	70,53	21,68	138,75
ПЛМ22×32×28	7,04	5,32	37,45	16,3	114,5
ПЛМ22×32×36		6,84	48,15	17,8	126
ПЛМ22×32×46		8,74	61,59	19,9	140
ПЛМ22×32×58		11,02	77,58	22,3	157
ПЛМ25×40×36	10	8,64	86,4	19,85	198,5
ПЛМ25×40×46		11,04	110,4	21,85	218,5
ПЛМ25×40×58		13,92	139,2	24,25	242,5
ПЛМ25×40×73		17,52	175,2	27,25	272,5
ПЛМ27×40×36		8,64	93,3	20,5	221

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, см^2	Площадь окна $S_{ок}$, см^2	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна, $S_{ст} \cdot S_{ок}$, см^4	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, см^3
ПЛМ27×40×46	10,8	11,04	119,2	22,5	243
ПЛМ27×40×58		13,92	150,3	24,9	269
ПЛМ27×40×73		17,52	189,2	27,9	301
ПЛМ32×50×46	16	13,8	220,8	25,25	404
ПЛМ32×50×58		17,4	278,4	27,65	442,4
ПЛМ32×50×73		21,9	350,4	30,65	490,4
ПЛМ32×50×90		27	432	34,05	544,8
ПЛМ34×50×46	17	13,8	234,6	25,9	440
ПЛМ34×50×58		17,4	295,8	28,3	481
ПЛМ34×50×73		21,9	372,9	31,3	529
ПЛМ34×50×90		27	459	34,7	594

Т а б л и ц а 2.52. **Конструктивные размеры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛР**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм
ПЛР10×12,5	10	12,5	8	28	54	32	10
ПЛР10×16		16					
ПЛР10×20		20					
ПЛР10×25		25					
ПЛР12,5×12,5	12,5	12,5	10	35	65	40	12,5
ПЛР12,5×16		16					
ПЛР12,5×20		20					
ПЛР12,5×25		25					
ПЛР12,5×32		32					
ПЛР14×12,5	14	12,5	11,5	39,5	73	45	14
ПЛР14×16		16					
ПЛР14×20		20					
ПЛР14×25		25					
ПЛР14×32		32					
ПЛР14×36		36					
ПЛР16×12,5	16	12,5	16	48	92	60	16
ПЛР16×16		16					
ПЛР16×20		20					
ПЛР16×25		25					
ПЛР16×32		32					
ПЛР16×40		40					
ПЛР18×16	18	16	18	54	107	71	18
ПЛР18×20		20					
ПЛР18×25		25					

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм
ПЛР18×32		32					
ПЛР18×40		40					
ПЛР18×45		45					
ПЛР21×20	21	20	25	67	127	85	21
ПЛР21×25		25					
ПЛР21×32		32					
ПЛР21×36		36					
ПЛР21×40		40					
ПЛР21×45		45					
ПЛР22×32	22	32	21	65	102	58	22
ПЛР25×20	25	20	28	78	150	100	25
ПЛР25×25		25					
ПЛР25×32		32					
ПЛР25×36		36					
ПЛР25×40		40					
ПЛР25×45		45					
ПЛР25×50		50					
ПЛР26×45	26	45	40	92	152	100	26
ПЛР28×20	28	20	32	88	176	120	28
ПЛР28×25		25					
ПЛР28×32		32					
ПЛР28×36		36					
ПЛР28×40		40					
ПЛР28×45		45					
ПЛР28×50		50					

Таблица 2.53. **Расчетные параметры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛР**

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, см^2	Площадь окна $S_{ок}$, см^2	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна, $S_{ст} \cdot S_{ок}$, см^4	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, см^3
ПЛР10×12,5	1,25	2,56	3,2	11,14	13,925
ПЛР10×16	1,6		4,096		17,824
ПЛР10×20	2		5,12		22,28
ПЛР10×25	2,5		6,4		27,85
ПЛР12,5×12,5	1,56	4	6,25	13,93	21,831
ПЛР12,5×16	2		8		27,854
ПЛР12,5×20	2,5		10		34,818
ПЛР12,5×25	3,125		12,5		43,522
ПЛР12,5×32	4		16		55,708
ПЛР14×12,5	1,75	5,175	9,056	15,698	27,472
ПЛР14×16	2,24		11,592		35,164
ПЛР14×20	2,8		14,49		43,954
ПЛР14×25	3,5		18,112		54,943
ПЛР14×32	4,48		23,184		70,327
ПЛР14×36	5,04		26,082		79,118
ПЛР16×12,5	2	9,6	19,2	20,227	40,454
ПЛР16×16	2,56		24,576		51,781
ПЛР16×20	3,2		30,72		64,726
ПЛР16×25	4		38,4		80,908
ПЛР16×32	5,12		49,152		103,562
ПЛР16×40	6,4		61,44		129,453
ПЛР18×16	2,88	12,78	36,806	23,455	67,55
ПЛР18×20	3,6		46,008		84,438
ПЛР18×25	4,5		57,51		105,54
ПЛР18×32	5,76		73,612		135,1
ПЛР18×40	7,2		92,016		168,876
ПЛР18×45	8,1		103,518		189,985
ПЛР21×20	4,2	21,25	89,25	28,597	120,107
ПЛР21×25	5,25		111,562		150,134
ПЛР21×32	6,72		142,8		182,172
ПЛР21×36	7,56		160,65		216,193
ПЛР21×40	8,4		178,5		240,214
ПЛР21×45	9,45		200,812		270,242
ПЛР22×32	7,04	12,18	85,747	22,712	159,892
ПЛР25×20	5	28	140	33,544	167,27
ПЛР25×25	6,25		175		209,087
ПЛР25×32	8		224		267,632
ПЛР25×36	9		252		301,086
ПЛР25×40	10		280		334,54
ПЛР25×45	11,25		315		376,357
ПЛР25×50	12,5		350		418,175
ПЛР26×45	11,7	40	468	36,168	423,166
ПЛР28×20	5,6	38,04	215,04	39,196	219,497
ПЛР28×25	7		268,8		274,372
ПЛР28×32	8,96		344,064		351,196
ПЛР28×36	10,08		387,072		395,095
ПЛР28×40	11,2		430,08		438,995
ПЛР28×45	12,6		483,84		493,969
ПЛР28×50	14		537,6		548,744

Т а б л и ц а 2.54. **Конструктивные размеры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛВ**

Типоразмер магнитопровода	a, мм	b, мм	c, мм	A, мм	H, мм	h, мм	h_1, мм	Масса, г, не более
ПЛВ8×8×40 ПЛВ8×10×40 ПЛВ8×12,5×40 ПЛВ8×16×40	8	8 10 12,5 16	20	36,5	57	40	8,5	64 80 100 128
ПЛВ10×10×50 ПЛВ10×12,5×50 ПЛВ10×16×50 ПЛВ10×20×50	10	10 12,5 16 20	25	45,5	71	50	10,5	125 156 200 250
ПЛВ12,5×12,5×62,5 ПЛВ12,5×16×62,5 ПЛВ12,5×20×62,5 ПЛВ12,5×25	12,5	12,5 16 20 25	31	56,5	88,5	62,5	13'	243 311 388 485
ПЛВ16×16×80 ПЛВ16×20×80 ПЛВ16×25×80 ПЛВ18×32×80	16	16 20 25 32	40	72,5	113	80	16,5	510 640 795 1020
ПЛВ20×40×50 ПЛВ20×40×60 ПЛВ20×40×70 ПЛВ20×40×80 ПЛВ20×40×90	20	40	40	80,6	91,2 101,2 111,2 121,2 131,2	50 60 70 80 90	20,6	1340 1450 1560 1670 1780
ПЛВ25×50×60 ПЛВ25×50×75 ПЛВ25×50×90 ПЛВ25×50×105 ПЛВ25×50×120	25	50	50	100,6	111,2 126,2 141,4 156,4 171,4	60 75 90 105 120	25,6 25,7	2570 2830 3090 3340 3600
ПЛВ32×64×80 ПЛВ32×64×100 ПЛВ32×64×120 ПЛВ32×64×140 ПЛВ32×64×160	32	64	64	128,7	145,4 165,4 185,4 205,4 225,4	80 100 120 140 160	32,7	5450 6000 6570 7150 7720
ПЛВ40×80×100 ПЛВ40×80×120 ПЛВ40×80×140 ПЛВ40×80×160 ПЛВ40×80×180	40	80	80	160,8	181,4 201,4 221,4 241,4 261,4	100 120 140 160 180	40,7	10 700 11 600 12 500 13 400 14 200

Выпускаемые промышленностью типоразмеры ленточных магнитопроводов типа ПЛР соответствуют ГОСТ 22050—76. Общий вид и габаритные размеры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛР показаны на рис. 2.18. Конструктивные размеры и расчетные параметры магнитопроводов типа ПЛР приведены в табл. 2.52 и 2.53. Внутренний радиус R магнитопроводов изменяется в пределах 0,5...1 мм для ленты толщиной 0,05 и 0,08 мм и 1...2 мм для ленты толщиной 0,15 и 0,35 мм.

Магнитопроводам присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации, например ПЛР 16×20, где ПЛР П-образные ленточные с геометрическими размерами, обеспечивающими наименьшую стоимость трансформаторов; 16 — номинальная толщина стержня магнитопровода; 20 — номинальная ширина магнитопровода, мм.

Стержневые ленточные магнитопроводы типа ПЛВ применяются в трансформаторах питания РЭА и АСС. Магнитопроводы типа ПЛВ имеют увеличенную площадь окна, изменяющуюся вследствие изменения высоты окна. Эти магнитопроводы находят применение также в высоковольтных трансформаторах с потенциалом свыше 20 кВ·А на частотах 50, 400 и 1000 Гц.

Общий вид и габаритные размеры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛВ показаны на рис. 2.18. Конструктивные размеры и расчетные параметры магнитопроводов типа ПЛВ приведены в табл. 2.54 и 2.55.

Т а б л и ц а 2.55. **Расчетные параметры стержневых ленточных магнитопроводов типа ПЛВ**

Типоразмер магнитопровода	Активная площадь сечения магнитопровода $S_{ст}$, см^2	Площадь окна магнитопровода $S_{ок}$, см^2	Площадь сечения стали, умноженная на площадь окна, $S_{ст} \cdot S_{ок}$, см^4	Средняя длина витка $l_{ср.м}$, см	Активный объем магнитопровода $V_{ст}$, см^3
ПЛВ8×8×40	0,64	8	5,12	14,5	9,27
ПЛВ8×10×40	0,8		6,4		11,6
ПЛВ8×12,5×40	1		8		14,5
ПЛВ8×16×40	1,28		10,24		18,55
ПЛВ10×10×50	1	12,5	12,5	18,1	18,1
ПЛВ10×12,5×50	1,25		15,62		22,6
ПЛВ10×16×50	1,6		20		29
ПЛВ10×20×50	2		25		36,2
ПЛВ12,5×12,5×62,5	1,56	19,38	30,23	22,6	35,3
ПЛВ12,5×16×62,5	2		38,76		45,2
ПЛВ12,5×20×62,5	2,5		48,45		56,4
ПЛВ12,5×25×62,5	3,12		60,46		70,5
ПЛВ16×16×80	2,56	32	81,92	29	74,2
ПЛВ16×20×80	3,2		102,4		92,6
ПЛВ16×25×80	4		128		116
ПЛВ16×32×80	5,12		163,84		148
ПЛВ20×40×50	8	20	160	24,3	194
ПЛВ20×40×60		24	192	26,3	210
ПЛВ20×40×70		28	224	28,3	226
ПЛВ20×40×80		32	256	30,3	242
ПЛВ20×40×90		36	288	32,3	258
ПЛВ25×50×60	12,5	30	375	29,9	374
ПЛВ25×50×75		37,5	468,75	32,9	412
ПЛВ25×50×90		45	562,5	35,9	449
ПЛВ25×50×105		52,5	656,25	38,9	486
ПЛВ25×50×120		60	750	41,9	523
ПЛВ32×64×80	20,5	51,2	1049,6	38,8	795
ПЛВ32×64×100		64	1312	42,8	877
ПЛВ32×64×120		76,8	1574,4	46,8	960
ПЛВ32×64×140		89,6	1836,8	50,8	1040
ПЛВ32×64×160		102,4	2099,2	54,9	1125
ПЛВ40×80×100	32	80	2560	48,6	1560
ПЛВ40×80×120		96	3072	52,6	1685
ПЛВ40×80×140		112	3584	56,6	1810
ПЛВ40×80×160		128	4096	60,6	1940
ПЛВ40×80×180		144	4608	64,6	2070

Глава третья

ТРАНСФОРМАТОРЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Трансформаторы малой мощности типа ТПП предназначены для работы в устройствах, собранных на полупроводниковых приборах в радиоэлектронной аппаратуре, аппаратуре средств связи и электронно-вычислительных машинах, а также в бытовой РЭА при питании от промышленной и специальной сети переменного тока напряжением 40, 115, 127 и 220 В с частотой 50 и 400 Гц. Эти трансформаторы охватывают широкий диапазон напряжений и токов при мощности до 500 В·А.

Наличие нескольких вторичных обмоток, рассчитанных на различные токи и напряжения, возможность их последовательного и параллельного соединений, позволяют получать разнообразные сочетания токов и напряжений для питания устройств различного функционального назначения.

В зависимости от заданных условий эксплуатации трансформаторы типа ТПП изготавливают с учетом внешних воздействующих факторов: климатических, механических, биологических и др., нормы и параметры которых рассмотрены в предыдущей главе. В зависимости от требований к влагоустойчивости трансформаторы изготавливают во всеклиматическом исполнении и для эксплуатации в районах с умеренно-холодным климатом. Условия применения и требования по стойкости трансформаторов к механическим и климатическим воздействиям приведены в табл. 1.2 и 1.3.

3.1. Трансформаторы типа ТПП с частотой сети питания 50 Гц

Промышленностью изготавливаются трансформаторы типа ТПП для питания полупроводниковых устройств с напряжением сети питания 127 и 220 В с частотой 50 Гц.

Конструкция и размеры. По конструктивному исполнению трансформаторы типа ТПП разделяются на две группы: группа I — трансформаторы броневой и стержневой конструкции с покрытием напылением и трансформаторы стержневой конструкции с заливкой в форму; группа II — трансформаторы с эмалевым покрытием (без дополнительных индексов в обозначении).

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов питания малой мощности группы I броневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты показаны на рис. 3.1. Конструктивные размеры этих трансформаторов приведены в табл. 3.1.

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов питания малой мощности группы I стержневой конструкции, залитой в форму, с обмоткой из круглого провода приведены на рис. 3.2. Конструктивные размеры этих трансформаторов приведены в табл. 3.2.

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов питания типа ТПП малой мощности группы I стержневой конструкции, залитой в форму, с обмотками из медной ленты показаны на рис. 3.2. Конструктивные размеры этих трансформаторов приведены в табл. 3.3.

Общий вид и основные габаритные размеры трансформаторов питания типа ТПП стержневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты (ТПП290, ТПП298 — ТПП300, ТПП309, ТПП316 — ТПП318) группы I показаны на рис. 3.3. Конструктивные размеры этих трансформаторов приведены в табл. 3.4.

Общий вид и основные габаритные размеры трансформаторов питания типа ТПП группы II исполнения броневой конструкции с обмотками из круглого провода показаны на рис. 3.4 и 3.5. Конструктивные размеры этих трансформаторов приведены в табл. 3.5.

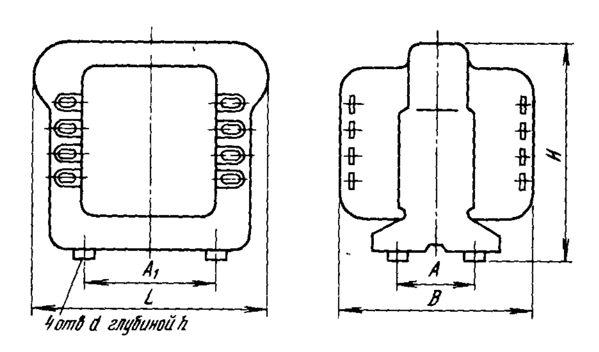


Рис. 3.1. Общий вид трансформаторов:

типа ТПП группы I с обмоткой из круглого провода и медной ленты; типов ТН, ТА с уменьшенным расходом меди, группы I с обмоткой из круглого провода и медной ленты; типа ТНВС высокостабильные с уменьшенным расходом меди группы I; типа ТАН с уменьшенным расходом меди броневой конструкции с обмоткой из круглого провода и медной ленты

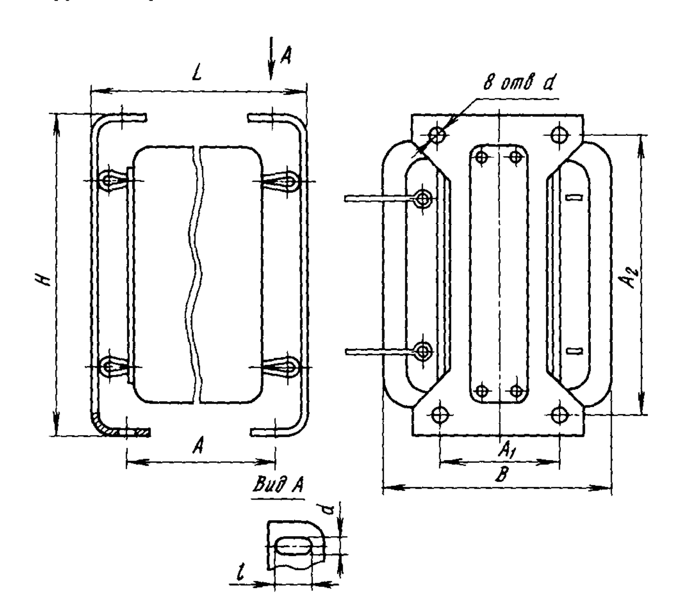


Рис. 3.2. Общий вид трансформаторов стержневой конструкции:

типа ТПП группы I стержневые залитые в форму, с обмотками из круглого провода и медной ленты; типа ТА группы I стержневые залитые в форму, с обмотками из круглого провода и медной ленты, с уменьшенным расходом меди; типа ТАН группы I стержневые залитые в форму, с обмотками из круглого провода и медной ленты, с уменьшенным расходом меди

Т а б л и ц а 3.1. **Конструктивные размеры трансформаторов питания группы I броневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты**

Обозначение магнитопровода	B_{max}, мм	А, мм		A_1, мм		H_{max}, мм	L_{max}, мм	d, мм	h, мм	Масса, г, *не более*
		номинал	допускаемое отклонение	номинал	допускаемое отклонение					
ШЛ12×16	58	25								410
ШЛ12×20	62	30		35		59	58	М3	6,5	480
ШЛ12×25	68	35								560
ШЛм20×16	59	30								740
ШЛм20×20	63	35	±0,2	46	±02	75	74	М4	7,5	850
ШЛм20×25	68	40								950
ШЛм20×32	75	46								1100
ШЛм25×25	74	46								1550
ШЛм25×32	81	50		58		92	88	М5	10	2100
ШЛм25×40	89	60								2700

Т а б л и ц а 3.2. **Конструктивные размеры трансформаторов питания типа ТПП группы I стержневой конструкции, залитой в форму, с обмоткой из круглого провода**

Обозначение магнитопровода	L_{max}, мм	А, мм		H_{max}, мм	B_{max}, мм	A_1, мм		A_2, мм		d, мм	l, мм	Масса г, не более
		номинал	допускаемое отклонение			номинал	допускаемое отклонение	номинал	допускаемое отклонение			
ПЛм22×32×58	120	93		99	78	50		68		5,5	8	2800
ПЛм27×40×36	110	77										4100
ПЛм27×40×46	120	87	± 4	137	88	60	± 0,2	110	± 0,2	6,5	9	4300
ПЛм27×40×58	132	99										4500

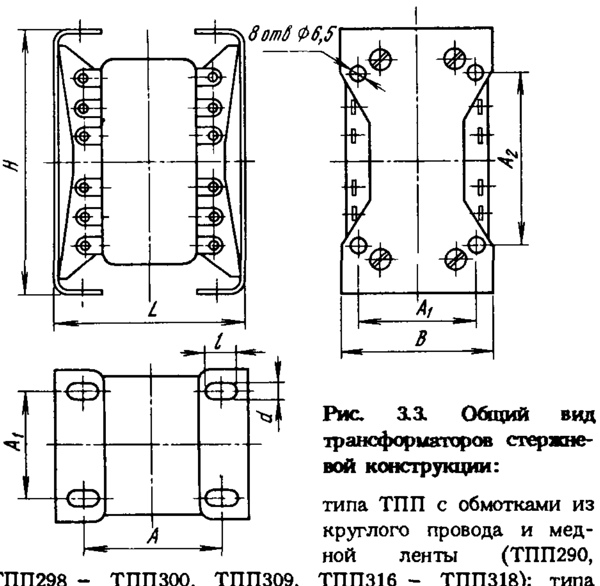


Рис. 3.3. Общий вид трансформаторов стержневой конструкции:

типа ТПП с обмотками из круглого провода и медной ленты (ТПП290, ТПП298 – ТПП300, ТПП309, ТПП316 – ТПП318); типа ТА с обмотками из круглого провода и медной ленты с уменьшенным расходом меди; типа ТАН группы I с обмотками из круглого провода и медной ленты, с уменьшенным расходом меди

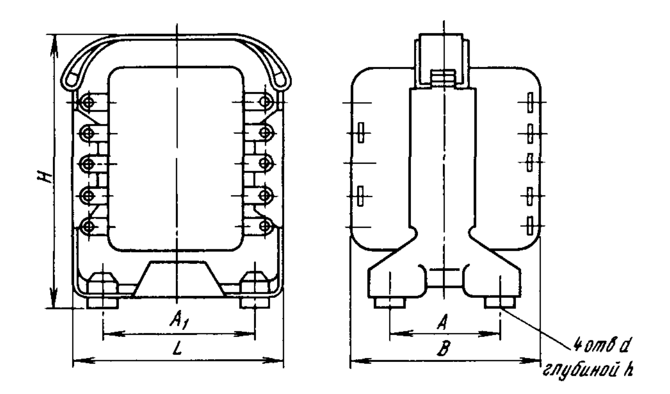


Рис. 3.4. Общий вид трансформаторов броневой конструкции:

типа ТПП группы II с обмотками из круглого провода (*а*); типов ТН, ТА группы II с обмотками из круглого провода с уменьшенным расходом меди; типа ТНВС группы II с обмотками из круглого провода, высокостабильные; типа ТЗ-220-50

Таблица 3.3. Конструктивные размеры трансформаторов питания ТПП группы I стержневой конструкции, залитой в форму, с обмотками из медной ленты

Обозначение магнитопровода	L_{max}, мм	А, мм		H_{max}, мм	B_{max}, мм	A_1, мм		A_2, мм		d, мм	l, мм	Масса г, не более
		номинал	допускаемое отклонение			номинал	допускаемое отклонение	номинал	допускаемое отклонение			
ПЛм22×32×58	120	93		99	104	50		68		5,5	8	2800
ПЛм27×40×36	110	77										4100
ПЛм27×40×46	120	87	± 4	137	110	60	± 0,2	110	± 0,2	6,5	9	4300
ПЛм27×40×58	132	99										4500

Таблица 3.4. Конструктивные размеры трансформаторов питания типа ТПП группы I стержневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты (ТПП290, ТПП298 — ТПП300, ТПП309, ТПП316 — ТПП318)

Обозначение магнитопровода	L_{max}, мм	А, мм		H_{max}, мм	B_{max}, мм	A_1, мм		A_2, мм		d, мм	l, мм	Масса г, не более
		номинал	допускаемое отклонение			номинал	допускаемое отклонение	номинал	допускаемое отклонение			
ПЛм22×32×58	118	93	−7	113	71	50		68		5,5	8	2550
ПЛм27×40×36	107	77										3500
ПЛм27×40×46	117	87	−8	137	81	60	± 0,2	85	± 0,2	6,5	9	3800
ПЛм27×40×58	129	99										4200

Общий вид и основные габаритные размеры трансформаторов питания типа ТПП группы II исполнения броневой конструкции с обмоткой из медной ленты (ТПП263, ТПП273, ТПП283) показаны на рис. 3.5. Конструктивные размеры этих трансформаторов приведены в табл. 3.6.

Общий вид и основные габаритные размеры трансформаторов питания типа ТПП группы II исполнения стержневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты (ТПП290, ТПП298 — ТПП300, ТПП309, ТПП316 — ТПП318) показаны на рис. 3.6. Конструктивные размеры этих трансформаторов приведены в табл. 3.7.

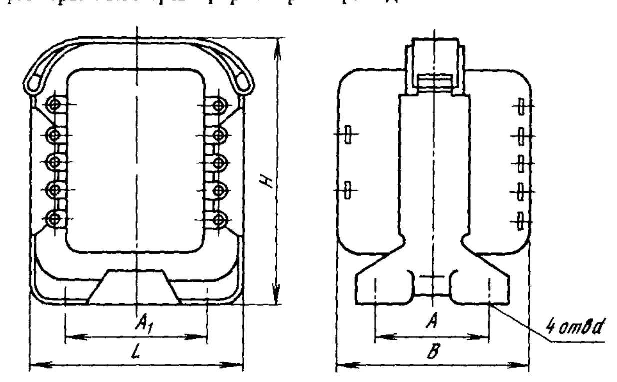


Рис. 3.5. Общий вид трансформаторов броневой конструкции с обмотками из круглого провода:

типа ТПП группы II (*б*); типов ТИ, ТА группы II с уменьшенным расходом меди; типа ТНВС высокостабильные; типа ТАН с уменьшенным расходом меди: типов Т1-220-50, Т2-220-50

Основные типы и размеры магнитопроводов, применяемых в трансформаторах типа ТПП на частоту 50 Гц, рассмотрены во второй главе справочника.

Габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТПП, размеры всех элементов конструкции и основные параметры находятся в прямой зависимости от габаритной мощности, напряжения питания, типа магнитопро-

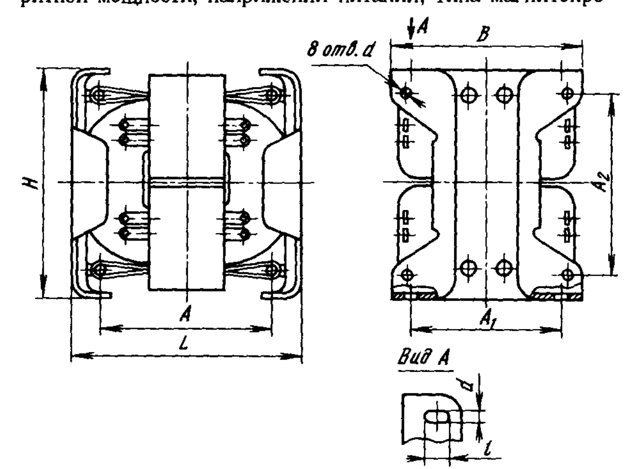


Рис. 3.6. Общий вид трансформаторов стержневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты:

типа ТПП (ТПП290, ТПП298 – ТПП300, ТПП309, ТПП316 – ТПП318) с двумя катушками; типа ТА с уменьшенным расходом меди, с двумя катушками; типа ТАН группы II с уменьшенным расходом меди с двумя катушками

Т а б л и ц а 3.5. **Конструктивные размеры трансформаторов питания типа ТПП группы II броневой конструкции с обм из круглого провода**

Обозначение магнитопровода	B_{max}, мм	А, мм номинал	А, мм допускаемое отклонение	A_1, мм номинал	A_1, мм допускаемое отклонение	H_{max}, мм	L_{max}, мм	d, мм	h, мм	Масса, г, не более	Номер рисунка
ШЛ12×16	52	25								365	
ШЛ12×20	56	30		35		56	52	М3	5,5	420	
ШЛ12×25	62	35								490	
ШЛм20×16	53	30								650	3.4
ШЛм20×20	57	35	±0,2	46	±0,2	72	68	М4	6,5	750	
ШЛм20×25	62	40								850	
ШЛм20×32	69	46								1000	
ШЛм25×25	68	46								1400	
ШЛм25×32	75	50		58		88	82	5,5	—	1700	3.5
ШЛм25×40	83	60								2100	

Т а б л и ц а 3.6. **Конструктивные размеры трансформаторов питания типа ТПП броневой конструкции с обмоткой из медной ленты (ТПП263, ТПП273, ТПП283)**

Обозначение магнитопровода	B_{max}, мм	А, мм номинал	А, мм допускаемое отклонение	A_1, м номинал	A_1, м допускаемое отклонение	H_{max}, мм	L_{max}, мм	d, мм	Масса, г, не более
ШЛм25×25	71	46							1400
ШЛм25×32	78	50	±0,2	58	±0,2	88	82	5,5	1900
ШЛм25×40	86	60							2400

Т а б л и ц а 3.7. **Конструктивные размеры трансформаторов питания типа ТПП стержневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты (ТПП290, ТПП298 — ТПП300, ТПП309, ТПП316 — ТПП318)**

Обозначение магнитопровода	L_{max}, мм	А, мм номинал	А, мм допускаемое отклонение	H_{max}, мм	B_{max}, мм	A_1, мм номинал	A_1, мм допускаемое отклонение	A_2, мм номинал	A_2, мм допускаемое отклонение	d, мм	l, мм	Масса, г, не более
ПЛм22×32×58	118	93		91	67	50		68		5,5	8	2150
ПЛм27×40×36	107	77										2900
ПЛм27×40×46	117	87	±4	113	81	60	± 0,2	85	± 0,2	6,5	9	3400
ПЛм27×40×58	129	99										3850

вода и климатического исполнения. Как видно из приведенных выше рисунков, в зависимости от применяемого магнитопровода конструкции трансформаторов типа ТПП подразделяются на броневые и стержневые.

Рассматриваемые конструкции трансформаторов типа ТПП способны противостоять механическим и климатическим воздействиям, определяемым условиями эксплуатации. Конструкция сохраняет работоспособность при повышенной влажности и во всех случаях температурных воздействий и обеспечивает необходимый запас электрической прочности изоляции обмоток с учетом категорий размещения трансформаторов.

Трансформаторам типа ТПП присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. Пример записи в конструкторской документации трансформатора малой мощности для питания полупроводниковых устройств броневой конструкции с покрытием напылением: трансформатор ТПП-127/220-50Н. То же стержневой конструкции ТПП290-127/220-50Н. Пример записи трансформатора

питания стержневой конструкции с заливкой в форму: трансформатор ТПП316-127/220-50Т. Пример записи трансформатора броневой конструкции с эмалевым покрытием: трансформатор ТПП209-127/220-50. В конце обозначения трансформатора приводится обозначение стандарта или ТУ, по которым производится поставка трансформаторов потребителю.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	—60...+85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре окружающей среды +40 °С	98 %
Атмосферное давление:	
повышенное	До 7,7 кПа (До 790 мм рт. ст.)
пониженное	Не менее 5,3 кПа (не менее 400 мм рт. ст.)
Циклическое воздействие температур:	
для трансформаторов исполнения В	—60...+140 °С
для трансформаторов исполнения УХЛ	—60...+85 °С
Температура перегрева обмоток при нормальных условиях эксплуатации	Не менее +55 °С
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...1000 Гц с ускорением	До 7,5 g (до 73 м/с^2)
Многократные удары с ускорением	До 500 g (до 4900 м/с^2)
Одиночные удары с ускорением	До 100g (до 980 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением	До 25 g (до 245 м/с^2)
Морской туман, плесневые грибы (для трансформаторов группы I)	Постоянно
Транспортирование при температуре, не ниже	—60 °С

Основные параметры. Электрические параметры трансформаторов малой мощности типа ТПП2 с частотой сети питания 50 Гц в номинальном режиме эксплуатации приведены в табл. 3.8. Основные технические характеристики трансформаторов типа ТПП броневой конструкции в режиме номинальной нагрузки даны в табл. 3.9. Электрические параметры трансформаторов типа ТПП броневой конструкции с частотой сети питания 50 Гц в режиме холостого хода приведены в табл. 3.10. Основные технические характеристики трансформаторов типа ТПП стержневой конструкции с частотой сети питания 50 Гц в режиме номинальной нагрузки приведены в табл. 3.11. Основные технические характеристики рассматриваемых трансформаторов типа ТПП в режиме холостого хода приведены в табл. 3.12.

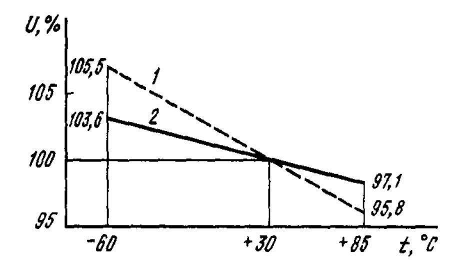


Рис. 3.7. График изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды:

1 – наибольший уход напряжения от значения, измеренного при нормальной температуре; 2 – среднее значение ухода напряжения от измеренного при нормальной температуре

В графе "ток первичной обмотки" указанных выше таблиц даны значения тока первичной обмотки в виде дроби: в числителе — при подключении трансформаторов к сети напряжением 127 В, в знаменателе — при подключении к сети 220 В.

Напряжения на отводах первичной обмотки трансформаторов типа ТПП даны в табл. 3.13.

Максимальные отклонения напряжений вторичных обмоток трансформаторов типа ТПП, измеренные в номинальном режиме при нормальных воздействиях внешних факторов, составляют ± 5 % для основных и ± 10 % для вспомогательных обмоток. Наибольшие отклонения напряжений вторичных обмоток трансформаторов, измеренных в условиях повышенной и пониженной температур, составляет —5 ...—9 % для основных и —13 ...—23 % для вспомогательных обмоток. Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов в номинальном режиме от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Сопротивление изоляции трансформаторов типа ТПП при температуре +85 °С — не менее 20 МОм. При кратковременном воздействии в течение суток повышенной влажности воздуха при температуре +40 °С сопротивление изоляции для трансформаторов исполнения В составляет 50 МОм и выше, для трансформаторов исполнения УХЛ — 20 МОм и выше.

Таблица 3.8. **Электрические параметры трансформаторов типа ТПП2 с частотой сети питания 50 Гц в номинальном режиме**

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичной обмотки, В/Ток вторичной обмотки, А. Номера выводов обмоток					
			11—12; 23—24	13—14; 25—26	15—16; 27—28	17—18; 29—30	19—20; 31—32	21—22; 33—34
ТПП2-1-127/220-50	200	2,03/1,15	4,2/7,5	7/5,3	5,2/4,5	4,5/2	7/0,5	9/0,05
ТПП2-2-127/220-50	167		10/2,9	7/5	10/1,4	7/0,7	9/0,05	—
ТПП2-3-127/220-50	181		15,8/3,8	5,5/2,5	11/1,4	7/0,05	—	—
ТПП2-4-127/220-50	207		55/0,14	3,3/0,7	14/5,6	5,5/3	—	—
ТПП2-5-127/220-50	204		14/5	19,5/2,4	—	—	—	—

Таблица 3.9. **Электрические параметры броневых трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 50 Гц в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжения на выводах вторичной обмотки, В						Типоразмер магнитопровода
		первичной	вторичной	11 12; (II)	13 14; (II[1])	15 16; (III)	17 18; (III[1])	19 20; (IVк)	21 22; (Vк)	
ТПП48 127/220 50	14	0,15/0,08	0,27	12,6	12,6	12,6	12,6	1,4	1,4	ШЛ16×16
ТПП67 127/220 50	26	0,26/0,15	0,12	45	45	45	45	30	30	ШЛ16×25
ТПП88 127/220 50	14	0,15/0,05	0,434	6,3	6,3	9	9	0,7	1	ШЛ16×16
ТПП201 127/220 50			0,29	1,25	1,25	1,25	1,25	0,35	0,35	
ТПП202 127/220 50			0,188	1,24	1,24	2,48	2,48	0,65	0,65	
ТПП203 127/220 50	1,65	0,03/0,017	0,146	2,53	2,53	2,51	2,51	0,65	0,65	ШЛ12×16
ТПП204 127/220 50			0,094	2,5	2,5	5	5	1,3	1,3	
ТПП205 127/220 50			0,063	2,5	2,5	10	10	0,65	0,65	
ТПП206 127/220 50			0,073	5	5	5	5	1,32	1,32	
ТПП207 127/220 50			0,0314	5	5	20	20	1,3	1,3	
ТПП208 127/220 50			0,0365	10	10	10	10	2,6	2,6	
ТПП209 127/220 50			0,0236	10	10	20	20	5	5	
ТПП210 127/220 50			0,57	1,26	1,26	1,25	1,25	0,35	0,35	
ТПП211 127/220 50			0,396	1,25	1,25	2,49	2,48			
ТПП212 127/220 50			0,37	1,26	1,26	2,48		0,65	0,65	
ТПП213 127/220 50			0,288	2,52	2,52	2,5	2,5			
ТПП214 127/220 50	3,25	0,045/0,025	0,147	4	4	6,3	6,3	0,74	0,73	ШЛ12×20
ТПП215 127/220 50			0,1	5	5	10	10	1,3	1,3	
ТПП216 127/220 50			0,072					2,6	2,6	
ТПП217 127/220 50			0,05	10	10	20	20	2,64	2,64	
ТПП218 127/220 50			0,0465					5	5	
ТПП219 127/220 50			0,965	1,26	1,26	1,25	1,25	0,35	0,35	
ТПП220 127/220 50			0,485	2,53	2,52	2,51	2,5	0,66	0,66	
ТПП221 127/220 50	5,5	0,071/0,041	0,31	2,48	2,47	5	5	1,32	1,32	ШЛ12×25
ТПП222 127/220 50			0,21		2,48	10	10	0,66	0,67	
ТПП223 127/220 50			0,244	5	5	5	5	1,25	1,25	
ТПП224 127/220 50			0,156	5	5	10	10	2,62	2,61	
ТПП225 127/220 50			0,084	10	10	20	20	2,57	2,57	
ТПП226 127/220 50			0,625	20	20			3,98	3,96	
ТПП227 127/220 50			1,57	1,25	1,25	1,24	1,24	0,35	0,35	
ТПП228 127/220 50			1,02			2,51	2,5	0,67	0,67	
ТПП229 127/220 50			0,795	2,54	2,54	2,52	2,52	0,68		
ТПП230 127/220 50			0,55	2,49	2,48	5	5	0,66	0,66	
ТПП231 127/220 50			0,298	2,5	2,5	10	10	2,6	2,6	
ТПП232 127/220 50	9	0,11/0,061	0,255	5,04	5,04	10	10	2,63	2,63	ШЛм20×16
ТПП233 127/220 50			0,17	5	5	20	20	1,3	1,3	

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжения на выводах вторичной обмотки, В						Типоразмер магнитопровода
		первичной	вторичной	11 12; (II)	13 14; (II^1)	15 16; (III)	17 18; (III^1)	19 20; (IVк)	21 22; (Vк)	
ТПП234 127/220 50			0,2	10	10	10	10	2,55	2,55	
ТПП235 127/220 50			0,138			20	20	2,57	2,57	
ТПП236 127/220 50			0,128					5	5	
ТПП237 127/220 50			0,102	20	20			4	4	
ТПП238 127/220 50	14,5	0,175/0,1	0,445	4,97	4,97	10	10	1,3	1,29	ШЛм20×20
ТПП239 127/220 50			2,55	1,24	1,24	1,23	1,23	0,34	0,34	
ТПП240 127/220 50			1,77			2,5	2,49			
ТПП241 127/220 50			1,28	2,5	2,5		2,5	0,62	0,62	
ТПП242 127/220 50			0,825	2,47	2,46	5	4,96	1,29	1,28	
ТПП243 127/220 50			0,552	2,49		10	10	0,675	0,68	
ТПП244 127/220 50			0,655	3,95	3,95	6,27	6,27	0,74	0,73	
ТПП245 127/220 50			0,415	5,05	5,05	10	10	2,61	2,61	
ТПП246 127/220 50			0,242	4,97	4,97	20	20	5,04	5,04	
ТПП247 127/220 50			0,223	10	9,98			2,59	2,58	
ТПП248 127/220 50			0,165	20	20			4	4	
ТПП249 127/220 50	22	0,25/0,145	2,56	1,25	1,25	2,53	2,51	0,35	0,35	ШЛм20×25
ТПП250 127/220 50			1,35	2,51	2,5	5,05	5	0,63	0,63	
ТПП251 127/220 50			0,73	2,5		9,95	10	2,58	2,58	
ТПП252 127/220 50			0,97	5,05	5,05	5,03	5,03	1,32	1,32	
ТПП253 127/220 50			0,61		5,02	10	10	2,59	2,58	
ТПП254 127/220 50	31	0,34/0,19	1,76	2,5	2,5	5	5	1,34	1,34	ШЛм20×32
ТПП255 127/220 50			1,18	2,51	2,51	10,1	10	0,72	0,715	
ТПП256 127/220 50			1,4	4	4	6,3	6,3		0,72	
ТПП257 127/220 50			1,37	5	5	5	5	1,35	1,34	
ТПП258 127/220 50			0,88			10	10	2,61	2,6	
ТПП259 127/220 50			0,59	5	5	20	20,1	1,34	1,34	
ТПП260 127/220 50			0,69	10	10	10	10	2,5	2,5	
ТПП261 127/220 50			0,475			20	20	2,6	2,6	
ТПП262 127/220 50			0,352	20	20	20,1	20,1	4,1	4,1	
ТПП263 127/220 50	57	0,615/0,36	10	1,28	1,27	1,26	1,26	0,36	0,36	ШЛм25×25
ТПП264 127/220 50			5,05	2,48	2,47	2,46	2,45	0,7	0,7	
ТПП265 127/220 50			3,5	2,47	2,45	5	4,97	0,69	0,69	
ТПП266 127/220 50			1,89	2,48	2,48	10	9,96	2,57	2,57	
ТПП267 127/220 50			2,52	5	4,98	4,97	4,95	1,31	1,31	

Окончание табл. 3.9

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжения на выводах вторичной обмотки, В						Типоразмер магнитопровода
		первичной	вторичной	11 12; (II)	13 14; (II[1])	15 16; (III)	17 18; (III[1])	19 20; (IVк)	21 22; (Vк)	
ТПП268 127/220 50			1,62	4,98	4,94	10	9,86	2,57	2,55	
ТПП269 127/220 50			1,08		4,98	20	20	1,34	1,33	
ТПП270 127/220 50			1,25	10	10	10,1	10	2,59	2,58	
ТПП271 127/220 50			0,815	9,95		20	20	4,97	4,95	
ТПП272 127/220 50	72	0,72/0,42	4,1	2,49	2,49	5	5	1,36	1,35	ШЛм25×32
ТПП273 127/220 50			12,5	1,25	1,25	1,25	1,25	0,42	0,42	
ТПП274 127/220 50			8,8			2,5	2,5	0,46	0,45	
ТПП275 127/220 50			6,35	2,51	2,51	2,51		0,68	0,68	
ТПП276 127/220 50			2,73	2,5	2,5	10	10	0,71	0,71	
ТПП277 127/220 50			3,2	5	5	5	5	1,36	1,35	
ТПП278 127/220 50			2,2			10	10	1,35		
ТПП279 127/220 50			1,2			20	20	5	5	
ТПП280 127/220 50			1,6	10	10	9,93	9,93	2,64	2,6	
ТПП281 127/220 50			1,1			20	20	2,62	2,62	
ТПП282 127/220 50			0,815	20	20			4	4	
ТПП283 127/220 50	90	0,94/0,55	10,2	1,25	1,25	2,48	2,48	0,62	0,62	ШЛм25×40
ТПП284 127/220 50			5,5	2,47	2,46	5	4,98	0,61	0,61	
ТПП285 127/220 50			2,98	2,5	2,5	9,95	9,95	2,61	2,61	
ТПП286 127/220 50			4,1	3,92	3,91	6,36	6,34	0,75	0,75	
ТПП287 127/220 50			2,55	5	5	10	10	2,63	2,63	
ТПП288 127/220 50			1,7			20	20	1,33	1,32	
ТПП289 127/220 50			1,29	10	10	20,1	20,1	5	5	

Таблица 3.10. **Электрические параметры броневых трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 50 Гц в режиме холостого хода**

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжения на выводах вторичной обмотки, В					
		11 12 (II)	13 14 (II ′)	15 16 (III)	17 18 (III ′)	19 20 (IVк)	21 22 (Vк)
ТПП48 127/220 50	0,110/0,61	13,8	13,8	13,8	13,8	1,5	1,5
ТПП67 127/220 50	0,245/0,142	47	47	47	47	31,5	31,5
ТПП88 127/220 50	0,120/0,6	6,5	6,5	9,6	9,6	0,81	1,1
ТПП201 127/220 50		1,35	1,35	1,41	1,41	0,39	0,39

Продолжение табл. 3.10

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжения на выводах вторичной обмотки, В					
		11—12 (II)	13—14 (II′)	15—16 (III)	17—18 (III′)	19—20 (IVк)	21—22 (Vк)
ТПП202-127/220-50		1,36	1,36	2,76	2,76	0,73	0,73
ТПП203-127/220-50				2,75	2,75		
ТПП204-127/220-50		2,76	2,76	5,53	5,53	1,43	1,46
ТПП205-127/220-50	0,021/0,0125			11,05	11,1	0,73	0,73
ТПП206-127/220-50		5,52	5,52	5,52	5,52	1,46	1,46
ТПП207-127/220-50		5,58	5,58	22,1	22,2		
ТПП208-127/220-50		11,1	11,2	11,2	11,25	2,92	2,92
ТПП209-127/220-50		11,15	11,2	22,4	22,5	5,57	5,62
ТПП210-127/220-50				1,4	1,4	0,4	0,4
ТПП211-127/220-50		1,4	1,4				
ТПП212-127/220-50				2,81	2,81	0,73	0,73
ТПП213-127/220-50		2,81	2,81				
ТПП214-127/220-50	0,031/0,018	4,46	4,46	7,05	7,05	0,83	0,83
ТПП215-127/220-50		5,68	5,68	11,2	11,3	1,47	1,47
ТПП216-127/220-50		11,2	11,2	11,3	11,4	2,95	2,95
ТПП217-127/220-50		11,1		22,5	22,6	2,94	2,94
ТПП218-127/220-50			11,1	22,6	22,7	5,63	5,63
ТПП219-127/220-50		1,41	1,41	1,41	1,41	0,39	0,39
ТПП220-127/220-50				2,82	2,82	0,74	0,74
ТПП221-127/220-50		2,82	2,82	5,62	5,62	1,49	1,49
ТПП222-127/220-50				11,25	11,35	0,74	0,74
ТПП223-127/220-50	0,045/0,026	5,62	5,62	5,62	5,62	1,41	1,41
ТПП224-127/220-50		5,55	5,55	11,1	11,1	2,9	2,9
ТПП225-127/220-50		11,35	11,35	22,4	22,5		
ТПП226-127/220-50		22,5	22,4	22,8	22,85	4,48	4,48
ТПП227-127/220-50		1,42	1,42	1,42	1,42	0,4	0,4
ТПП228-127/220-50				2,84	2,84	0,76	0,76
ТПП229-127/220-50							
ТПП230-127/220-50		2,84	2,84	5,57	5,57		
ТПП231-127/220-50				11,25	11,25	2,94	2,94
ТПП232-127/220-50	0,085/0,05	5,78	5,78	11,4	11,5	3,05	3,05
ТПП233-127/220-50		5,68	5,68	22,5	22,7	1,45	1,45
ТПП234-127/220-50		11,25	11,25	11,4	11,4	2,94	2,94
ТПП235-127/220-50		11,4	11,5	22,5	22,8		
ТПП236-127/220-50			11,4	22,6	23,7	5,64	5,67
ТПП237-127/220-50		22,5	22,7	22,8	22,9	4,56	4,56
ТПП238-127/220-50		5,63	5,63	11,3	11,4	1,47	1,47

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжения на выводах вторичной обмотки, В					
		11—12 (II)	13—14 (II′)	15—16 (III)	17—18 (III′)	19—20 (IVк)	21—22 (Vк)
ТПП239-127/220-50		1,41	1,41	1,41	1,41	0,38	0,38
ТПП240-127/220-50	0,125/0,07			2,82	2,82		
ТПП241-127/220-50		2,82	2,82			0,7	0,7
ТПП242-127/220-50				5,64	5,64	1,47	1,47
ТПП243-127/220-50		2,82	2,82	11,4	11,5	0,75	0,75
ТПП244-127/220-50		4,47	4,47	7,03	7,03	0,83	0,83
ТПП245-127/220-50		5,63	5,63	11,4	11,4	2,94	2,94
ТПП246-127/220-50		5,64	5,64	22,7	22,9	5,74	5,74
ТПП247-127/220-50		11,4	11,4	22,5	22,6	2,94	2,94
ТПП248-127/220-50		22,5	22,6	22,6	22,7	4,52	4,52
ТПП249-127/220-50		1,43	1,43	2,85	2,85	0,39	0,39
ТПП250-127/220-50	0,13/0,077	2,85	2,85	5,7	5,7	0,71	0,71
ТПП251-127/220-50				11,3	11,4	2,93	2,93
ТПП252-127/220-50		5,7	5,7	5,7	5,7	0,71	0,71
ТПП253-127/220-50				11,25	11,25	2,93	2,93
ТПП254-127/220-50		2,82	2,82	5,65	5,65	1,51	1,51
ТПП255-127/220-50	0,164/0,08			11,3	11,3	0,8	0,8
ТПП256-127/220-50		4,44	4,44	7,05	7,05		
ТПП257-127/220-50				5,65	5,65	1,51	1,51
ТПП258-127/220-50		5,65	5,65	11,3	11,3	2,93	2,93
ТПП259-127/220-50				22,4	22,6	1,51	1,51
ТПП260-127/220-50		11,34	11,34	11,34	11,34	2,83	2,83
ТПП261-127/220-50		11,3	11,3	22,6	22,6	2,93	2,93
ТПП262-127/220-50		22,6	22,6	22,8	22,8	4,44	4,44
ТПП263-127/220-50		1,43	1,43	1,43	1,43	0,4	0,4
ТПП264-127/220-50				2,85	2,85	0,81	0,81
ТПП265-127/220-50		2,85	2,85	5,7	5,7		
ТПП266-127/220-50				11,4	11,4	2,96	2,96
ТПП267-127/220-50	0,021/0,125			5,7	5,7	1,53	1,53
ТПП268-127/220-50		5,7	5,7	11,4	11,4	2,96	2,96
ТПП269-127/220-50				22,8	22,8	1,53	1,53
ТПП270-127/220-50		11,4	11,4	11,4	11,4	2,96	2,96
ТПП271-127/220-50			11,6	22,8	22,8	5,7	5,7
ТПП272-127/220-50		2,8	2,8	5,6	5,6	1,52	1,52
ТПП273-127/220-50	0,26/0,15	1,33	1,33	1,33	1,33	0,44	0,44
ТПП274-127/220-50		1,41	1,41	2,82	2,82	0,51	0,51
ТПП275-127/220-50		2,8	2,8	2,8	2,8	0,76	0,76
ТПП276-127/220-50				11,2	11,2		

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжения на выводах вторичной обмотки, В					
		11—12 (II)	13—14 (II′)	15—16 (III)	17—18 (III′)	19—20 (IVк)	21—22 (Vк)
ТПП277-127/220-50	0,26/0,15	5,6	5,6	5,6	5,6	1,52	1,52
ТПП278-127/220-50				11,2	11,2		
ТПП279-127/220-50				22,3	22,3	5,6	5,6
ТПП280-127/220-50		11,2	11,2	11,2	11,2	2,92	2,92
ТПП281-127/220-50				22,1	22,1		
ТПП282-127/220-50		22,1	22,1	22,3	22,3	4,45	4,45
ТПП283-127/220-50	0,33/0,19	1,3	1,3	2,75	2,75	0,64	0,64
ТПП284-127/220-50		2,75	2,75	5,5	5,5		
ТПП285-127/220-50				11	11	2,91	2,91
ТПП286-127/220-50		4,26	4,26	6,9	6,9	0,82	0,82
ТПП287-127/220-50		5,5	5,5	11	11	2,91	2,91
ТПП288-127/220-50				22	22	1,46	1,46
ТПП289-127/220-50		11,15	11,15	22,3	22,3	5,6	5,6

Таблица 3.11. **Электрические параметры стержневых трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 50 Гц в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжение на выводах вторичной обмотки, В			Обозначение магнитопровода
		первичной	вторичной	11—12; 17—16;	13—14; 19—20;	15—16; 21—22;	
ТПП290-127/220-50	110	1,08/0,62	12,5	1,25	2,5	0,62	ПЛм22×32—58
ТПП291-127/220-50			6,25	2,49	5	1,42	
ТПП292-127/220-50			4,08		10,1	0,62	
ТПП293-127/220-50			4,95	4,06	6,32		
ТПП294-127/220-50			4,85	5	4,98	1,46	
ТПП295-127/220-50			1,84		20,2	5	
ТПП296-127/220-50			2,44	10	10	2,65	
ТПП297-127/220-50			1,53	9,93	20	5,05	
ТПП298-127/220-50	135	1,4/0,79	24	1,25	1,25	0,31	ПЛм27×40—36
ТПП299-127/220-50			16,7		2,49		
ТПП300-127/220-50			12	2,5		0,63	
ТПП301-127/220-50			8,3	2,48	4,98	0,62	
ТПП302-127/220-50			4,5	2,46	9,9	2,45	
ТПП303-127/220-50			6	4,95	4,93	1,56	
ТПП304-127/220-50			3,85	4,92	10	2,45	

Окончание табл. 3.11

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток обмотки, А: первичной	Ток обмотки, А: вторичной	Напряжение на выводах вторичной обмотки, В: 11—12; 17—18;	13—14; 19—20;	15—16; 21—22;	Обозначение магнитопровода
ТПП305-127/220-50			1,53	19,8	19,8	4	
ТПП306-127/220-50			2,56	4,95	20,2	1,55	
ТПП307-127/220-50			3	10	10	2,49	
ТПП308-127/220-50			2,07	10	20	2,48	
ТПП309-127/220-50			18,2	1,28	2,56	0,64	
ТПП310-127/220-50			9,15	2,53	5,05	1,28	
ТПП311-127/220-50	160	1,53/0,88	5,35	2,5	10	2,5	ПЛм27×40—46
ТПП312-127/220-50			2,29	10,1	20,2	5,05	
ТПП313-127/220-50			7,25	4,11	6,31	0,625	
ТПП314-127/220-50			4,92	5	10	1,28	
ТПП315-127/220-50			2,67	5,05	20,2	5,05	
ТПП316-127/220-50			25,6	1,25	2,5	0,31	
ТПП317-127/220-50			18,6	2,5	2,49	0,622	
ТПП318-127/220-50			12,9	2,48	5	0,62	
ТПП319-127/220-50	200	2,03/1,15	8	2,5	10	0,625	ПЛм27×40—58
ТПП320-127/220-50			9,3	5	5	1,25	
ТПП321-127/220-50			4	5		1,26	
ТПП322-127/220-50			3,2	10	20	2,48	
ТПП323-127/220-50			2,4	20		4,07	

Т а б л и ц а 3.12. **Электрические параметры стержневых трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 50 Гц в режиме холостого хода**

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжения на выводах вторичных обмоток, В: 11—12; 17—18;	13—14; 19—20;	15—16; 21—22
ТПП290-127/220-50		1,37	2,75	0,68
ТПП291-127/220-50		2,81	5,62	1,63
ТПП292-127/220-50			11,5	0,7
ТПП293-127/220-50	0,42/0,25	4,62	7,16	0,69
ТПП294-127/220-50		5,63	5,63	1,63
ТПП295-127/220-50			22,7	5,63
ТПП296-127/220-50		11,31	11,31	3
ТПП297-127/220-50			22,62	5,76
ТПП298-127/220-50		1,35	1,35	0,33
ТПП299-127/220-50			2,7	
ТПП300-127/220-50		2,7		0,67
ТПП301-127/220-50		2,76	5,52	0,69
ТПП302-127/220-50			11	2,76

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжения на выводах вторичных обмоток, В: 11—12; 17—18;	13—14; 19—20;	15—16; 21—22
ТПП303-127/220-50	0,5/0,29	5,52	5,52	1,72
ТПП304-127/220-50			11	2,76
ТПП305-127/220-50		22,1	22,1	4,48
ТПП306-127/220-50		5,52	22,4	1,72
ТПП307-127/220-50		11	11	2,76
ТПП308-127/220-50			22,1	
ТПП309-127/220-50		1,35	2,7	0,67
ТПП310-127/220-50		2,76	5,52	1,38
ТПП311-127/220-50			11,05	2,76
ТПП312-127/220-50	0,54/0,31	11,05	22,1	5,52
ТПП313-127/220-50		4,47	6,88	0,69
ТПП314-127/220-50		5,52	11,05	1,38
ТПП315-127/220-50			22,1	5,52

Окончание табл. 3.12

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжения на выводах вторичных обмоток, В		
		11 12; 17 18;	13 14; 19 20;	15 16; 21 22
ТПП316 127/220 50		1,34	2,68	0,33
ТПП317 127/220 50		2,68		
ТПП318 127/220 50			5,36	0,67
ТПП319 127/220 50		2,71	10,85	
ТПП320 127/220 50	0,43/0,25	5,42	5,42	1,36
ТПП321 127/220 50				
ТПП322 127/220 50		10,85	21,7	2,71
ТПП323 127/220 50		21,7		4,4

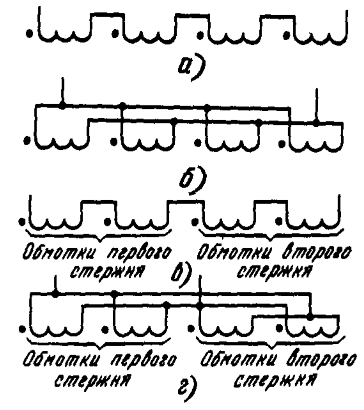


Рис. 3.8. Электрические схемы последовательного и парал лельного соединений вторичных обмоток трансформаторов типа ТПП: броневой конструкции (*а*, *б*); стержневой конструкции (*в*, *г*)

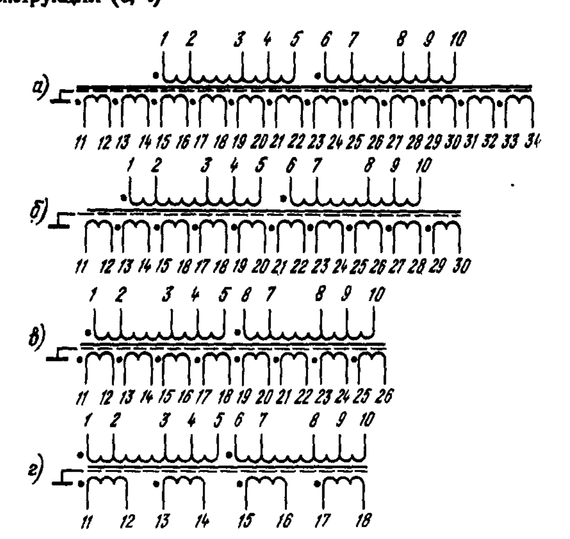


Рис. 3.9. Принципиальные электрические схемы трансфор маторов типа ТПП2 с частотой сети питания 50 Гц:

а – ТПП2; *б* – ТПП2 2; *в* – ТПП2 3; *г* – ТПП2 5

Таблица 3.13. **Напряжения на отводах первичной об мотки трансформаторов типа ТПП с частотой сети пита ния 50 Гц**

Тип трансформатора	Отводы первичной обмотки	Напряжения на отводах, В
ТПП67, ТПП48, ТПП88	1 и 2; 6 и 7	100
	1 и 3; 6 и 8	120
	1 и 44; 6 и 9	127
	1 и 5; 6 и 10	134
ТПП201 ТПП323	2 и 3; 7 и 8	100
	1 и 3; 6 и 8	107
	2 и 4; 7 и 9	120
	2 и 5; 7 и 10	131
ТПП2 1, ТПП2 2, ТПП2 3, ТПП2 4, ТПП2 5	1 и 2; 6 и 7	7
	2 и 3; 7 и 8	100
	3 и 4; 8 и 9	10
	4 и 5; 7 и 10	10

Электрические схемы. Трансформаторы типа ТПП относятся к группе многообмоточных трансформаторов с многочисленными отводами от первичной обмотки, которые играют роль компенсационных обмоток. При эксплуатации трансформаторов первичные и вторичные обмотки могут быть соединены последовательно или параллельно. Схемы соединений обмоток показаны на рис. 3.8.

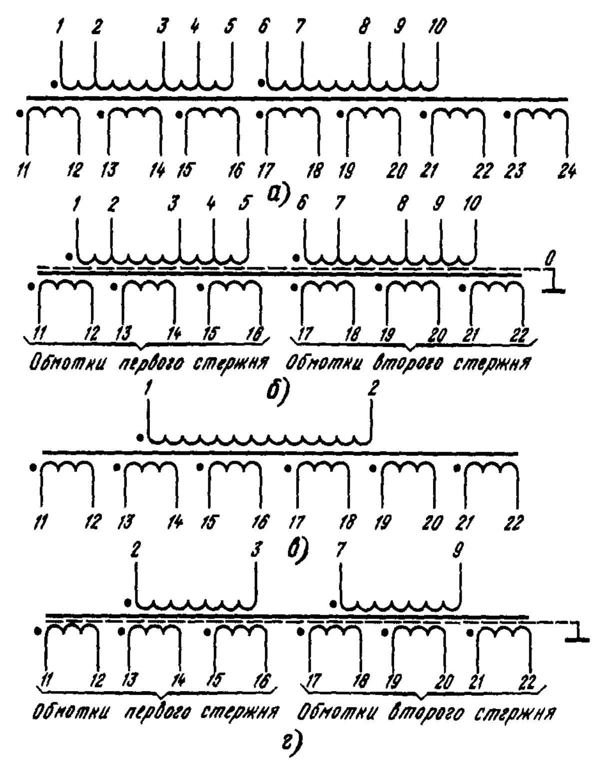


Рис. 3.10. Принципиальные электрические схемы транс форматоров типа ТПП с частотой сети питания 50 Гц:

а – броневой конструкции с напряжением 127/220 В; *б* – стержневой конструкции с напряжением 127/220 В; *в* – броневой конструкции с напряжением 22В; *г* – стержневой конструкции с напряжением 220 В

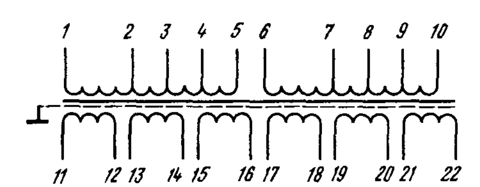


Рис. 3.11. Принципиальная электрическая схема трансфор маторов типа ТПП48, ТПП67, ТПП88 с частотой сети питания 50 Гц.

Таблица 3.14. **Подключение трансформаторов типа ТПП (за исключением трансформаторов, указанных в табл. 3.15) к сети переменного тока с частотой 50 Гц**

Номинальное напряжение сети, В	Номинальное напряжение первичной обмотки, В	Конструкция трансформатора: броневая — соединение выводов	броневая — выводы, на которые подается напряжение	стержневая — соединения выводов	стержневая — выводы, на которые подается напряжение
127 или 220	220	3 и 7	2 и 9	3 и 9	2 и 7
	127	1 и 6; (4 и 9)	1 и 4; (6 и 9)	1 и 9; (4 и 6)	1 и 4; (6 и 9)
220	220		2 и 9	3 и 9	2 и 7

Таблица 3.15. **Подключение трансформаторов типов ТПП2, ТПП48, ТПП67, ТПП88 к сети переменного тока с частотой 50 Гц**

Типономинал трансформатора	Номинальное напряжение сети, В	Соединение выводов трансформатора	Выводы, на которые подается напряжение сети
ТПП2 1; ТПП2 2; ТПП2 3; ТПП2 4; ТПП2 5	220	4 и 9	2 и 7
	127	1 и 10; 5 и 6	1 и 5, 6 и 10
ТПП48, ТПП67, ТПП88	220	2 и 6	1 и 8
	127	1 и 6 4 и 9	1 и 4 6 и 9

Варианты подключения трансформаторов типа ТПП к сети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 127 или 220 В приведены в табл. 3.14 и 3.15.

Электрические схемы трансформаторов типов ТПП2, ТПП, ТПП48, ТПП67, ТПП88 с частотой сети питания 50 Гц показаны на рис. 3 9, 3.10 и 3 11.

Трансформаторы типа ТПП с частотой сети питания Гц

Промышленностью изготавливается более 600 типораз меров трансформаторов типа ТПП на частоту сети пита ния 400 Гц. Они рассчитаны на напряжение 40, 115 и 220 В. Применяются трансформаторы для питания функ циональных устройств РЭА и АСС, собранных исключи тельно на полупроводниковых приборах.

Конструкция и размеры. Трансформаторы типа ТПП с частотой питания сети 400 Гц изготавливают на броневых магнитопроводах с бескаркасной намоткой катушек (обмот ки трансформаторов наматываются на гильзу). Трансфор маторы изготавливаются с эмалевым покрытием и относя тся к группе II по влагостойкости. Эта группа трансфор маторов отличается от других типов трансформаторов питания низкими напряжениями вторичных обмоток.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТПП с обмотками из круглого провода показаны на рис. 3.4, 3.12, 3.13.

Конструктивные размеры трансформаторов типа ТПП с обмотками из круглого провода и медной ленты приве дены в табл. 3.16 и 3.17.

Основные типы магнитопроводов, применяемых в трансформаторах питания типа ТПП на частоту 50 Гц, рассмотрены во второй главе справочника.

Габаритные размеры трансформаторов питания типа ТПП, конструктивные размеры всех элементов, деталей и сборочных единиц, а также основные технические парамет

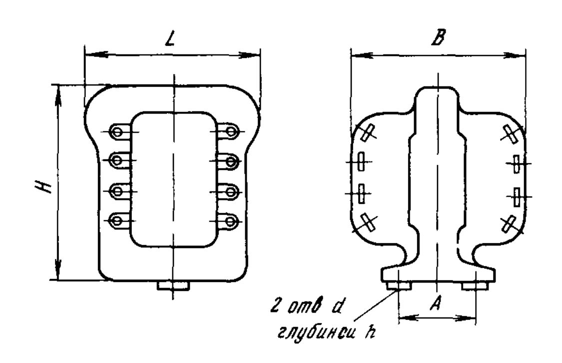


Рис. 3.12. Общий вид трансформаторов питания типа ТПП всеклиматического исполнения с частотой сети питания 400 Гц (исполнение I)

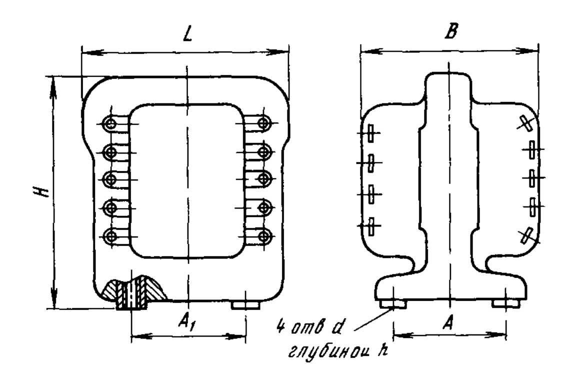


Рис. 3.13. Общий вид трансформаторов питания типа ТПП всеклиматического исполнения с частотой сети питания 400 Гц (исполнение II)

Таблица 3.16. **Конструктивные размеры трансформаторов типа ТПШ с обмотками из круглого провода и частотой сети питания 400 Гц**

Типоразмер магнитопровода	Исполнение	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	B, мм	H, мм	h, мм	L, мм	d, мм	Масса, г, не более
ШЛ6×6,5	В	3.12	12	—	40	33	4	35	М2,5	55
ШЛ6×8			14		42					65
ШЛ6×10			16		44					70
ШЛ6×12,5			18		46					75
ШЛ6×6,5	УХЛ	3.4	12	—	34	30	4	29	М2,5	35
ШЛ6×12,5			18		40					55
ШЛ8×8	В	3.13	18	22	42	41	4	42	М2,5	115
ШЛ8×10			20		44					120
ШЛ8×12,5			22		46					160
ШЛ8×16			25		50					170
ШЛ8×8	УХЛ	3.4	18	22	36	38	4	37	М2,5	80
ШЛ8×10			20		39					100
ШЛ8×12,5			22		40					120
ШЛ8×16			25		44					140
ШЛ10×10	В	3.12	20	28	48	50	6,5	51	М3	200
ШЛ10×12,5			22		50					220
ШЛ10×16			25		54					255
ШЛ10×20			30		58					310
ШЛ10×10	УХЛ	3.4	20	28	42	47	5,5	45	М3	160
ШЛ10×12,5			22		44					180
ШЛ10×16			25		48					220
ШЛ10×20			30		52					270
ШЛ12×12,5	В	3.13	22	35	55	59	6,5	58	М3	340
ШЛ12×16			25		58					390
ШЛ12×20			30		62					430
ШЛ12×25			35		68					510
ШЛ12×12,5	УХЛ	3.4	22	35	49	56	5,5	52	М3	270
ШЛ12×16			25		52					320
ШЛ12×20	УХЛ	3.4	30	35	56	56	5,5	52	М3	380
ШЛ12×25			35		62					450
ШЛ16×16	В	3.13	30	46	67	75	7,5	74	М4	750
ШЛ16×20			35		71					840
ШЛ16×25			40		76					1000
ШЛ16×32			46		83					1260
ШЛ16×16	УХЛ	3.4	30	46	61	72	6,5	68	М4	600
ШЛ16×20			35		65					700
ШЛ16×25			40		70					800
ШЛ16×32			46		77					900
ШЛ20×20	В	3.13	40	58	79	92	10	88	М5	1300
ШЛ20×25			46		84					1580
ШЛ20×32			50		91					1900
ШЛ20×20	УХЛ	3.4	40	58	76	88	7,5	82	5,5	1200
ШЛ20×25			46		78					1400
ШЛ20×32			50		85					1700

Т а б л и ц а 3.17. **Конструктивные размеры трансформаторов типа ТПП с обмотками из медной ленты и провода прямоугольного сечения и частотой сети питания 400 Гц**

Типоразмер магнитопровода	Исполнение	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	B, мм	H, мм	h, мм	L, мм	d, мм	Масса, г, не более
ШЛ10×20	В	3.12	30	28	58	50	6,5	51	М3	310
ШЛ10×20	УХЛ	3.4	30	28	55	47	5,5	49	М3	270
ШЛ12×16			25		58					365
ШЛ12×20	В	3.13	30	35	62	59	6,5	58	М3	430
ШЛ12×25			35		68					520
ШЛ12×16			25		55					320
ШЛ12×20	УХЛ	3.4	30	35	59	56	5,5	54	М3	380
ШЛ12×25			35		65					450
ШЛ16×16			30		67					750
ШЛ16×20	В	3.12	35	46	71	75	7,5	75	М4	840
ШЛ16×25			40		76					1000
ШЛ16×25			30		66					660
ШЛ16×20	УХЛ	3.4	35	46	70	72	6,5	75	М4	750
ШЛ16×25			40		77					850
ШЛ20×20	УХЛ	3.13	40	58	73	88	10	82	5,5	1150
ШЛ20×25			46	72	96	108	10	102	5,5	2000

ры находятся в прямой зависимости от габаритной мощности, напряжения питания и климатического исполнения.

Принятая технология изготовления трансформаторов типа ТПП броневой конструкции обеспечивает устойчивость и надежную работу при различных механических и климатических воздействиях, определяемых условиями эксплуатации. Конструкция трансформаторов сохраняет работоспособность при повышенной влажности и во всех случаях температурных воздействий и обеспечивает необходимый запас электрической прочности изоляции обмоток с учетом категорий размещения трансформаторов.

Трансформаторам типа ТПП с частотой сети питания 400 Гц присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и при разработке конструкторской документации. Пример записи трансформатора питания для полупроводниковых схем ТПП197 напряжением сети питания 115 В с частотой 400 Гц в конструкторской документации: трансформатор ТПП197-115-400. В конце обозначения трансформатора приводится обозначение стандарта или ТУ, по которым производится поставка трансформаторов заказчику (потребителю).

Обмотки выводов трансформаторов расположены в строго определенном порядке и обозначаются цифрами, а маркировка выводных лепестков обозначается буквами русского алфавита. Сочетания обозначений обмоток выводов и маркировки лепестков приведены в табл. 3.18 и 3.19.

Т а б л и ц а 3.18. **Сочетания обозначений обмоток выводов и маркировки лепестков трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 400 Гц и напряжением 40, 115 и 220 В**

Обозначение трансформатора	Расположение выводов при следующей маркировке лепестков											
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м	н
ТПП6	10	12	13	14	5	9	15	16	6	7	8	11
ТПП7	7	9	13	15	5	11	14	16	6	8	10	12
ТПП8	8	7	16	10	6	13	11	12	5	14	15	9
ТПП9	5	6	9	11	16	15	14	7	13	12	10	8
ТПП10	5	14	16	12	6	7	10	11	9	13	15	8
ТПП12	11	12	13	15	9	10	8	14	5	6	7	16
ТПП15	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП16	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП17	6	7	13	14	9	11	15	5	10	12	16	8
ТПП19	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП20	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП25	6	7	13	14	9	11	15	5	10	12	16	8
ТПП31	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП32	13	15	10	11	5	7	6	14	9	12	8	16
ТПП33	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6

Обозначение трансформатора	Расположение выводов при следующей маркировке лепестков										
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м	н

Обозначение трансформатора	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м	н
ТПП35	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП37	6	7	13	15	9	12	14	5	11	10	16	8
ТПП40	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП41	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП52	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП55	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП57	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП58	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП59	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП62	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП63	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП69	5	7	9	11	10	6	15	16	8	12	13	14
ТПП70	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП71	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП73	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП74	5	7	13	15	9	12	14	6	11	10	16	8
ТПП76	5	7	15	16	9	10	11	6	8	12	13	14
ТПП77	5	7	15	16	9	10	11	6	8	12	13	14
ТПП78	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП79	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП86	11	8	6	9	13	14	15	16	10	5	7	12
ТПП87	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП89	13	15	10	11	5	7	6	14	9	12	8	16
ТПП90	13	14	10	11	9	5	8	15	12	7	6	16
ТПП91	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП92	11	8	6	9	13	14	15	16	10	5	7	12
ТПП93	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП95	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП106	11	8	6	9	13	14	15	16	10	5	7	12
ТПП107	11	8	6	9	13	14	15	16	10	5	7	12
ТПП109	6	7	13	15	9	12	14	5	11	10	16	8
ТПП110	5	7	9	11	10	6	15	16	8	12	13	14
ТПП111	13	14	9	10	11	5	8	15	12	7	6	16
ТПП113	5	7	13	15	9	12	14	6	11	10	16	8
ТПП121	11	8	6	9	13	14	15	16	10	5	7	12
ТПП122	13	7	8	15	9	10	11	12	16	5	6	14
ТПП123	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП124	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП125	13	15	14	16	9	12	6	8	11	10	7	6
ТПП126	5	13	7	15	9	10	11	12	6	14	8	16
ТПП127	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП131	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП133	14	5	7	16	9	10	11	12	15	8	6	13
ТПП134	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП136	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП147	9	10	11	12	13	5	7	15	14	6	8	16
ТПП148	11	8	6	9	13	14	15	16	10	5	7	12
ТПП150	9	10	11	12	13	5	7	15	14	6	8	16
ТПП151	9	13	14	11	12	6	8	10	5	7	15	16
ТПП197	8	12	13	14	5	9	15	16	6	7	10	11
ТПП198	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП206	8	12	13	14	9	10	11	15	5	6	7	16
ТПП207	6	12	13	14	9	10	11	15	5	6	7	16
ТПП208	11	12	13	14	9	10	8	15	5	6	7	16
ТПП210	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП211	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП212	6	7	13	14	9	11	15	5	10	12	16	8
ТПП213	8	12	13	14	9	10	11	15	5	6	7	16
ТПП214	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП215	13	15	10	11	5	7	6	14	9	12	8	16
ТПП216	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8

Обозначение трансформатора	Расположение выводов при следующей маркировке лепестков											
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м	н
ТПП217	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП218	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП219	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП220	5	7	13	14	9	12	15	16	11	10	6	8
ТПП221	6	7	13	15	9	12	14	5	11	10	16	8
ТПП222	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП223	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП224	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП225	6	7	13	14	9	12	15	5	11	10	16	8
ТПП226	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП227	13	15	10	11	9	5	8	14	12	7	6	16
ТПП228	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП229	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП230	5	7	15	16	9	10	11	6	8	12	13	14
ТПП231	5	6	13	15	8	12	14	7	11	10	16	8
ТПП232	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП233	13	14	10	11	9	5	8	15	12	7	6	16
ТПП234	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП235	11	8	6	9	13	14	15	16	10	5	7	12
ТПП236	5	7	9	10	12	11	8	6	13	14	15	16
ТПП237	13	15	14	16	6	8	10	12	5	7	9	11
ТПП238	15	16	10	11	9	5	8	13	12	7	6	14
ТПП239	13	15	14	16	11	10	8	6	9	12	5	7
ТПП246	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП247	11	8	6	9	13	14	15	16	10	5	7	12
ТПП248	5	7	9	11	10	6	15	16	8	12	13	14
ТПП249	5	7	9	11	10	6	15	16	8	12	13	14
ТПП250	5	7	13	15	10	12	14	6	11	9	16	8
ТПП251	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП252	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП253	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП254	5	7	13	14	9	12	15	6	11	10	16	8
ТПП255	5	7	13	15	9	12	14	6	11	10	16	8
ТПП256	5	7	13	15	9	12	14	6	11	10	16	8
ТПП257	5	7	9	11	10	6	15	16	8	12	13	14
ТПП259	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП260	13	15	14	16	5	7	6	8	9	11	10	12
ТПП261	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП262	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП266	9	10	11	12	13	5	7	15	14	6	8	16
ТПП268	13	15	10	11	9	12	7	16	5	8	6	14
ТПП269	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП270	6	7	13	14	9	12	15	5	11	10	16	8
ТПП271	6	7	10	11	9	5	15	16	8	12	13	14
ТПП272	13	14	11	10	9	5	8	16	12	7	6	15
ТПП273	6	7	13	14	9	12	15	5	11	10	16	8
ТПП274	9	13	14	11	12	6	8	10	5	7	15	16
ТПП275	6	8	13	14	9	11	10	7	12	16	15	5
ТПП276	6	7	11	10	8	5	13	14	9	12	15	16
ТПП277	6	8	13	14	9	11	10	12	5	7	15	16
ТПП278	13	15	10	11	5	7	6	14	9	12	8	16
ТПП279	5	6	13	15	9	11	10	12	14	16	7	8
ТПП280	13	15	10	11	12	7	6	14	9	5	8	16
ТПП281	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП282	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП283	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8
ТПП284	13	15	14	16	8	12	5	8	11	10	7	6
ТПП285	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП286	13	15	14	16	9	12	5	8	11	10	7	6
ТПП287	5	6	13	15	9	12	14	7	11	10	16	8

Таблица 3.19. **Сочетания обозначений выводов обмоток и маркировки лепестков трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 400 Гц и напряжением 220 В (исполнение В)**

Обозначение трансформатора	Расположение выводов при следующей маркировке лепестков											
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м	н
ТПП303							—	—	—	—	—	—
ТПП304							—	—	—	—	—	—
ТПП305	5	6	7	8	9	10	11	—	—	—	—	—
ТПП306							—	—	—	—	—	—
ТПП307							—	—	11	12	—	—
ТПП309					—	—	—	—	—	—	—	—
ТПП310	10	11	—	—	5	7	9	—	—	6	8	—
ТПП311	5	6	7	8	—	—	—	—	—	—	—	—
ТПП312					9	10	—	—	—	—	—	—
ТПП313	10	11	12	—	5	7	9	—	6	8	—	—
ТПП314				—	8	9	—	—	—	—	—	—
ТПП315	5	6	7	8	—	—	—	—	—	9	—	—
ТПП316					—	—	—	—	—	—	—	—
ТПП317	11	12	13	14	5	6	7	—	8	9	10	—
ТПП318	5	6	7	8	9	10	—	—	11	12	—	—
ТПП319	13	14	15	16	5	6	7	8	9	10	11	12
ТПП321	5	6	7	8	9	10	—	—	—	—	—	—
ТПП322				—	8	9	—	—	—	—	—	—
ТПП323	10	11	—	—	5	7	9	—	—	6	8	—
ТПП324	5	6	7	8	—	—	—	—	—	—	—	—
ТПП325	11	12	13	14	5	6	7	—	8	9	10	—
ТПП326					—	—	—	—	—	—	—	—
ТПП327							—	—	—	—	—	—
ТПП328	5	6	7	8			—	—	11	12	13	—
ТПП329					9	10	—	—			—	—
ТПП330							—	—	—	—	—	—
ТПП331							—	—	11	12	—	—
ТПП332	6	8	—	—	5	7	9	—	10	11	—	—
ТПП333	5	6	7	8	—	—	—	—	—	—	—	—
ТПП334	6	8	—	—	5	7	9	—	10	11	—	—
ТПП335	11	12	13	14		6	7	—	8	9	10	—
ТПП336	5	6	7	8	9	10	—	—	—	—	—	—
ТПП337												

Обозначение трансформатора	Расположение выводов при следующей маркировке лепестков											
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м	н
ТПП338	11	12	13	14	5	6	7	—	8	9	10	—
ТПП340	5	6	7	8	9	10	—	—	11	12	—	—
ТПП341	6	8	—	—	5	7	9	—	10	11	—	—
ТПП342	5	6	7	8	—	9	10	—	—	—	—	—
ТПП343	—		8	—				—	—	10	11	—
ТПП344	—	10	11	—						6	8	
ТПП345					5	7	9	—	—			
ТПП346	—	6	8	—								
ТПП347	—							—	—	10	11	—
ТПП348	5	7	9	—	—	6	8					
ТПП349	—	5	7	—	6	8	9	—	—	—	—	—
ТПП350		6		8	—			—	—			—
ТПП351		7	8	—	6	9	10	—	—	11	12	—
ТПП352	5	6	7	8	—			—	—			—
ТПП353					—			—	—	—	—	—
ТПП354			7	8	9	10	11	—		—	—	
ТПП355	5	6	11	12	7	8	9	10		13	14	
ТПП356			7	8	9	10	11	12				
ТПП357	10	11	12		5	7				6	8	
ТПП358												
ТПП359	—	5	6	—	7	8	9			10	11	
ТПП360												
ТПП361												
ТПП362												
ТПП363												
ТПП364					—	9	10	—	—	—	—	—
ТПП365												
ТПП366												
ТПП367	5	6	7	8								
ТПП368					9	10	11					
ТПП369										11	12	
ТПП370					—	9	10					
ТПП371										—	—	
ТПП372												
ТПП373	13	14	15	16	5	6	7	8	9	10	11	12
ТПП374				10	—	8	9					
ТПП375			7	8	9	10	11	—		—	—	

Продолжение табл. 3.19

<table>
<tr><th rowspan="2">Обозначение трансформатора</th><th colspan="12">Расположение выводов при следующей маркировке лепестков</th></tr>
<tr><th>а</th><th>б</th><th>в</th><th>г</th><th>д</th><th>е</th><th>ж</th><th>и</th><th>к</th><th>л</th><th>м</th><th>н</th></tr>
<tr><td>ТПП376</td><td rowspan="6">5</td><td rowspan="6">6</td><td rowspan="2"></td><td></td><td>—</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">10</td><td></td><td rowspan="5">—</td><td></td><td></td><td rowspan="5">—</td></tr>
<tr><td>ТПП377</td><td>—</td><td>8</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr>
<tr><td>ТПП378</td><td>10</td><td>11</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td rowspan="4">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>ТПП379</td><td rowspan="3">7</td><td rowspan="3">8</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП380</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2">11</td><td rowspan="2">12</td><td rowspan="2">13</td></tr>
<tr><td>ТПП381</td><td>14</td><td>15</td></tr>
<tr><td>ТПП382</td><td>—</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>—</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП383</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>—</td><td>9</td><td>10</td><td>—</td><td>—</td><td>11</td><td>12</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП384</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>5</td><td>6</td><td>—</td><td>—</td><td>7</td><td>8</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП385</td><td>—</td><td>5</td><td>6</td><td>—</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>—</td><td>—</td><td>10</td><td>11</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП386</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>—</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП387</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2">11</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>ТПП388</td></tr>
<tr><td>ТПП389</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>ТПП390</td></tr>
<tr><td>ТПП391</td><td>—</td><td>10</td><td>11</td><td>—</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td>—</td><td>—</td><td>6</td><td>8</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП392</td><td rowspan="4">5</td><td>7</td><td>9</td><td>—</td><td>—</td><td>6</td><td>8</td><td>—</td><td>—</td><td>10</td><td>11</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП393</td><td rowspan="3">6</td><td rowspan="3">7</td><td>9</td><td>8</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr>
<tr><td>ТПП394</td><td rowspan="2">8</td><td>—</td><td>9</td><td>10</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП395</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП396</td><td>—</td><td>5</td><td>9</td><td>—</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>—</td><td>—</td><td>10</td><td>11</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП397</td><td>8</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>9</td><td>13</td><td>14</td><td>—</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП398</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>ТПП399</td></tr>
<tr><td>ТПП400</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>—</td><td>—</td><td>5</td><td>6</td><td>—</td><td>—</td><td>10</td><td>11</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП401</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>ТПП402</td></tr>
<tr><td>ТПП403</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>—</td><td>—</td><td>5</td><td>6</td><td>—</td><td>—</td><td>10</td><td>11</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП404</td><td rowspan="5">5</td><td rowspan="5">6</td><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>ТПП405</td></tr>
<tr><td>ТПП406</td><td>12</td><td>15</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>13</td><td>14</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП407</td><td rowspan="2">7</td><td>14</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">10</td><td>—</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>15</td></tr>
<tr><td>ТПП408</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП409</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td>—</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>11</td><td>—</td><td>12</td><td>13</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТПП410</td><td>—</td><td>10</td><td>11</td><td>—</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td>—</td><td>—</td><td>6</td><td>8</td><td>—</td></tr>
</table>

Обозначение трансформатора	Расположение выводов при следующей маркировке лепестков										
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м	н
ТПП411				—		8	9					
ТПП412												
ТПП413		6	7		—	—	—	—	—	—	—	—
ТПП414				8	9	10	11					
ТПП415	5							12				
ТПП416		7	9	—	6	8	10	11	12	13	14	15
ТПП417				8	9	10	11	—	—	—	—	—
ТПП418		6	7		—	—	—	—	—	—	—	—
ТПП419					8	9	10	—	11	12	13	14
ТПП420	—	10	11	—	5	7	9	—	—	6	8	—
ТПП422	5	7	8		9	10	11	12	6	13	14	15
ТПП423	11	14	5	7	12	13	15	6	8	9	10	—

Условия эксплуатации

Температура окружающего воздуха	−60...+85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре +40 °С	98 %
Атмосферное давление:	
пониженное	До $6\ 10^{-1}$ кПа (До 5 мм рт. ст.)
повышенное	До 297,198 кПа (До 3 кгс/см^2)
Циклическое воздействие температур для трансформаторов типа ТПП:	
исполнения В	−60...+140 °С
исполнения УХЛ	−60...+85 °С
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...2500 Гц с ускорением	До 30 g (294,3 м/с^2)
Многократные удары длительностью 1...80 мс и частотой не менее 40...60 ударов/мин с ускорением	До 150 g (1472 м/с^2)
Одиночные удары длительностью 1...10 мс с ускорением	До 500 g (4905 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением	До 50 g (490,5 м/с^2)
Срок службы	10 000 ч
Долговечность трансформаторов . .	Не менее 10 000 ч

Основные параметры. Трансформаторы питания однофазные низковольтные типа ТПП рассчитаны на напряжение сети питания 40, 115 и 220 В с частотой 400 Гц. Трансформаторы имеют четыре основные и две компенсационные обмотки, обеспечивающие получение различных токов и напряжений. Последовательным (согласным и встречным), а также параллельным соединением обмоток обеспечивают различные сочетания токов и напряжений.

Основные электрические параметры броневых трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 400 Гц в номинальном режиме приведены в табл. 3.20 и 3.21.

Наибольшие отклонения напряжений вторичных обмоток трансформаторов, измеренные в номинальном режиме при нормальных климатических условиях, составляют −5 и +10 % для основных и −10 и +14 % для компенсационных обмоток. Наибольшие отклонения напряжений вторичных обмоток трансформаторов, измеренные в номинальном режиме при повышенной температуре (+85 °С), составляют −8 и +3 % для основных и −13 и +10 % для компенсационных обмоток. Наибольшие отклонения напряжения вторичных обмоток трансформаторов, измеренные в номинальном режиме при пониженной температуре (−60 °С), составляют −3 и +20 % для основных и −10 и +20 % для компенсационных обмоток.

Основные электрические параметры броневых трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 400 Гц в режиме холостого хода приведены в табл. 3.22.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и корпусом трансформатора при повышенной влажности окружающего воздуха — не менее 20 МОм.

Трансформаторы типа ТПП с частотой сети питания 400 Гц охватывают широкий диапазон напряжений (0,06...220 В) и токов (0,02...31 А) при мощности 1,65...420 В·А.

Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов типа ТПП в номинальном режиме от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Таблица 3.20. **Электрические параметры трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 400 Гц в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А		Ток обмотки, В		Напряжение вторичных обмоток, В			Обозначение магнитопровода
	номинальная	максимальная	первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТПП6-40-400 ТПП6-115-400 ТПП6-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,14	2,5	2,5	0,66	ШЛ6×6,5
ТПП7-40-400 ТПП7-115-400 ТПП7-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,073	5	5	1,28	ШЛ6×6,5
ТПП8-40-400 ТПП8-115-400 ТПП8-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,36	10	10	2,6	ШЛ6×6,5
ТПП9-40-400 ТПП9-115-400 ТПП9-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,18	1,27	2,5	0,65	ШЛ6×6,5
ТПП10-40-400 ТПП10-115-400 ТПП10-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,093	2,5	5	1,3	ШЛ6×6,5
ТПП12-40-400 ТПП12-115-400 ТПП12-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,054	2,5	10	2,6	ШЛ6×6,5
ТПП15-40-400 ТПП15-115-400 ТПП15-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	1,0	1,27	1,25	0,4	ШЛ6×12,5
ТПП16-40-400 ТПП16-115-400 ТПП16-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,53	2,52	2,5	0,66	ШЛ6×12,5
ТПП17-40-400 ТПП17-115-400 ТПП17-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,26	5	5,03	1,32	ШЛ6×12,5
ТПП19-40-400 ТПП19-115-400 ТПП19-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,07	20	20	4	ШЛ6×12,5
ТПП20-40-400 ТПП20-115-400 ТПП20-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,71	1,28	2,53	0,39	ШЛ6×12,5
ТПП25-40-400 ТПП25-115-400 ТПП25-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,11	5	20	1,3	ШЛ6×12,5
ТПП31-40-400 ТПП31-115-400 ТПП31-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	2,0	1,33	1,32	0,36	ШЛ8×10
ТПП32-40-400 ТПП32-115-400 ТПП32-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	1,0	2,5	2,55	0,64	ШЛ8×10
ТПП33-40-400 ТПП33-115-400 ТПП33-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	0,54	5,03	5	1,03	ШЛ8×10

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А		Ток обмотки, В		Напряжение вторичных обмоток, В			Обозначение магнитопровода
	номинальная	максимальная	первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТПП35-40-400 ТПП35-115-400 ТПП35-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	1,4	1,33	2,5	0,36	ШЛ8×10
ТПП37-40-400 ТПП37-115-400 ТПП37-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	0,34	5,12	10	2,5	ШЛ8×10
ТПП40-40-400 ТПП40-115-400 ТПП40-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	0,18	10	20	2,6	ШЛ8×10
ТПП41-40-400 ТПП41-115-400 ТПП41-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	0,23	5	20	1,3	ШЛ8×10
ТПП52-40-400 ТПП52-115-400 ТПП52-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	3,76	1,3	1,28	0,47	ШЛ8×16
ТПП55-40-400 ТПП55-115-400 ТПП55-220-400	17	19	0,63 0,23 0,12	0,37	10	10	2,64	ШЛ8×12,5
ТПП57-40-400 ТПП57-115-400 ТПП57-220-400	17	19	0,63 0,23 0,12	1,8	1,3	2,57	0,73	ШЛ8×12,5
ТПП58-40-400 ТПП58-115-400 ТПП58-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	1,38	2,5	5,1	0,71	ШЛ8×16
ТПП62-40-400 ТПП62-115-400 ТПП62-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	0,43	5	20	1,3	ШЛ8×16
ТПП63-40-400 ТПП63-115-400 ТПП63-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	0,41	2,55	20	5,04	ШЛ8×16
ТПП69-40-400 ТПП69-115-400 ТПП69-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	6,25	1,29	1,28	0,46	ШЛ10×12,5
ТПП70-40-400 ТПП70-115-400 ТПП70-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	3,3	2,5	2,5	0,71	ШЛ10×12,5
ТПП71-40-400 ТПП71-115-400 ТПП71-220-400	38	38	1,2 0,41 0,22	1,68	5	5	1,3	ШЛ10×12,5
ТПП73-40-400 ТПП73-115-400 ТПП73-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	0,43	20	20	4,04	ШЛ10×12,5
ТПП74-40-400 ТПП74-115-400 ТПП74-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	4,48	1,31	2,58	0,35	ШЛ10×12,5

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А		Ток обмотки, В		Напряжение вторичных обмоток, В			Обозначение магнитопровода
	номинальная	максимальная	первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТПП76-40-400 ТПП76-115-400 ТПП76-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	1,07	5,07	10	2,6	ШЛ10×12,5
ТПП77-40-400 ТПП77-115-400 ТПП77-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	1,44	2,5	10	0,7	ШЛ10×12,5
ТПП78-40-400 ТПП78-115-400 ТПП78-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	0,58	10	20	2,6	ШЛ10×12,5
ТПП79-40-400 ТПП79-115-400 ТПП79-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	0,72	5	20	1,3	ШЛ10×12,5
ТПП86-40-400 ТПП86-115-400 ТПП86-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	7,8	1,35	1,35	0,38	ШЛ10×20
ТПП87-40-400 ТПП87-115-400 ТПП87-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	4,1	2,67	2,67	0,76	ШЛ10×20
ТПП89-40-400 ТПП89-115-400 ТПП89-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	2,1	5	5,15	1,33	ШЛ10×20
ТПП90-40-400 ТПП90-115-400 ТПП90-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	1,05	10	10		ШЛ10×20
ТПП91-40-400 ТПП91-115-400 ТПП91-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	0,54	20	20	4	ШЛ10×20
ТПП92-40-400 ТПП92-115-400 ТПП92-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	5,6	1,36	2,52	0,38	ШЛ10×20
ТПП93-40-400 ТПП93-115-400 ТПП93-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	2,7	2,68	5	1,33	ШЛ10×20
ТПП95-40-400 ТПП95-115-400 ТПП95-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	0,68	10	20	5	ШЛ10×20
ТПП106-40-400 ТПП106-115-400 ТПП106-220-400	82	82	2,5 0,85 0,45	1,44	1,19	1,19	0,47	ШЛ12×20
ТПП107-40-400 ТПП107-115-400 ТПП107-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	7,2	2,6	2,6	0,47	ШЛ12×20
ТПП109-40-400 ТПП109-115-400 ТПП109-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	1,8	10,14	10,35	2,58	ШЛ12×20

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А		Ток обмотки, В		Напряжение вторичных обмоток, В			Обозначение магнитопровода
	номинальная	максимальная	первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТПП110-40-400 ТПП110-115-400 ТПП110-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	1,16	10	20,1	4,23	ШЛ12×20
ТПП111-40-400 ТПП111-115-400 ТПП111-220-400	100	100	3 1,1 0,55	11,6	1,094	2,71	0,53	ШЛ12×25
ТПП113-40-400 ТПП113-115-400 ТПП113-220-400	100	100	3 1,1 0,55	2,8	5	10	2,65	ШЛ12×25
ТПП121-40-400 ТПП121-115-400 ТПП121-220-400	135	135	3,8 1,3 0,7	22	1,27	1,27	0,51	ШЛ16×16
ТПП122-40-400 ТПП122-115-400 ТПП122-220-400	135	135	3,8 1,3 0,7	11,5	2,53	2,53	0,76	ШЛ16×16
ТПП124-40-400 ТПП124-115-400 ТПП124-220-400	135	135	3,8 1,3 0,7	3	10,1	10,1	2,52	ШЛ16×16
ТПП125-40-400 ТПП125-115-400 ТПП125-220-400	135	135	3,8 1,3 0,7	1,9	20,2	20,2	4,03	ШЛ16×16
ТПП126-40-400 ТПП126-115-400 ТПП126-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,28	1,27	1,27	0,35	ШЛ6×6,5
ТПП127-40-400 ТПП127-115-400 ТПП127-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	0,69	2,5	20	5,07	ШЛ10×12,5
ТПП131-40-400 ТПП131-115-400 ТПП131-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	0,13	20	20	4	ШЛ8×10
ТПП133-40-400 ТПП133-115-400 ТПП133-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	0,54	5,06	5	1,03	ШЛ8×10
ТПП134-40-400 ТПП134-115-400 ТПП134-220-400	135	135	3,8 1,3 0,7	7,65	2,52	5,04	1,26	ШЛ16×16
ТПП136-40-400 ТПП136-115-400 ТПП136-220-400	135	135	3,8 1,3 0,7	4,45	2,52	10,1	2,52	ШЛ16×16
ТПП147-40-400 ТПП147-115-400 ТПП147-220-400	210	210	5,7 2 1,1	17,3	2,71	2,71	0,67	ШЛ16×25
ТПП148-40-400 ТПП148-115-400 ТПП148-220-400	210	210	6 2,3 1,2	9,1	5,07	5,07	1,35	ШЛ16×25

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А		Ток обмотки, В		Напряжение вторичных обмоток, В			Обозначение магнитопровода
	номинальная	максимальная	первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТПП150-40-400 ТПП150-115-400 ТПП150-220-400	210	210	5,7 2 1,1	22,2	1,35	2,71	0,67	ШЛ16×25
ТПП151-40-400 ТПП151-115-400 ТПП151-220-400	210	210	5,7 2 1,1	11,5	2,71	5,07	1,35	ШЛ16×25
ТПП197-40-400 ТПП197-115-400 ТПП197-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,023	10	20	5	ШЛ6×6,5
ТПП198-40-400 ТПП198-115-400 ТПП198-220-400	100	100	3 1,1 0,55	1,53	10	20	2,65	ШЛ12×25
ТПП206-40-400 ТПП206-115-400 ТПП206-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,05	5	10	1,3	ШЛ6×6,5
ТПП207-40-400 ТПП207-115-400 ТПП207-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,027	5	20	5	ШЛ6×6,5
ТПП208-40-400 ТПП208-115-400 ТПП208-220-400	1,65	3,5	0,12 0,045 0,021	0,035	2,5	20	0,65	ШЛ6×6,5
ТПП210-40-400 ТПП210-115-400 ТПП210-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,36	2,52	5	0,63	ШЛ6×12,5
ТПП211-40-400 ТПП211-115-400 ТПП211-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,17	5	10	2,6	ШЛ6×12,5
ТПП212-40-400 ТПП212-115-400 ТПП212-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,22	2,5	10	0,65	ШЛ6×12,5
ТПП213-40-400 ТПП213-115-400 ТПП213-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,09	10	20	2,64	ШЛ6×12,5
ТПП214-40-400 ТПП214-115-400 ТПП214-220-400	6	8,5	0,28 0,09 0,05	0,11	2,53	20	5	ШЛ6×12,5
ТПП215-40-400 ТПП215-115-400 ТПП215-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	0,72	2,56	5,04	0,64	ШЛ8×10
ТПП216-40-400 ТПП216-115-400 ТПП216-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	0,45	2,5	10	0,65	ШЛ8×10
ТПП217-40-400 ТПП217-115-400 ТПП217-220-400	12	15	0,47 0,17 0,09	0,22	2,5	20	5	ШЛ8×10

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А		Ток обмотки, В		Напряжение вторичных обмоток, В			Обозначение магнитопровода
	номинальная	максимальная	первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТПП218-40-400 ТПП218-115-400 ТПП218-220-400	17	19	0,63 0,23 0,12	0,24	10	20	5	ШЛ8×12,5
ТПП219-40-400 ТПП219-115-400 ТПП219-220-400	17	19	0,63 0,23 0,12	0,96	2,5	5	1,3	ШЛ8×12,5
ТПП220-40-400 ТПП220-115-400 ТПП220-220-400	17	19	0,63 0,23 0,12	0,56	2,5	10	2,6	ШЛ8×12,5
ТПП221-40-400 ТПП221-115-400 ТПП221-220-400	17	19	0,63 0,23 0,12	0,37	2,5	20	0,64	ШЛ8×12,5
ТПП222-40-400 ТПП222-115-400 ТПП222-220-400	17	19	0,63 0,23 0,12	0,52	5	10	1,3	ШЛ8×12,5
ТПП223-40-400 ТПП223-115-400 ТПП223-220-400	17	19	0,63 0,23 0,12	0,28	5	20	5	ШЛ8×12,5
ТПП224-40-400 ТПП224-115-400 ТПП224-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	0,86	2,56	10,1	0,7	ШЛ8×16
ТПП225-40-400 ТПП225-115-400 ТПП225-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	2,8	1,27	2,59	0,24	ШЛ8×16
ТПП226-40-400 ТПП226-115-400 ТПП226-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	1,96	2,6	3,56	0,705	ШЛ8×16
ТПП227-40-400 ТПП227-115-400 ТПП227-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	1	5	5	1,27	ШЛ8×16
ТПП228-40-400 ТПП228-115-400 ТПП228-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	0,35	10	20	2,57	ШЛ8×16
ТПП229-40-400 ТПП229-115-400 ТПП229-220-400	23	25	0,83 0,29 0,145	0,26	20	20	4	ШЛ8×16
ТПП230-40-400 ТПП230-115-400 ТПП230-220-400	38	38	1,2 0,42 0,22	2,3	2,5	5	0,65	ШЛ10×12,5
ТПП231-40-400 ТПП231-115-400 ТПП231-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	1,47	5	10	1,33	ШЛ10×20
ТПП232-40-400 ТПП232-115-400 ТПП232-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	0,8	5	20	5	ШЛ10×20

Продолжение табл. 3.20

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А		Ток обмотки, В		Напряжение вторичных обмоток, В			Обозначение магнитопровода
	номинальная	максимальная	первичной	вторичной	II, II′	III, III	IVк, Vк	
ТПП233-40-400 ТПП233-115-400 ТПП233-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	1,02	2,68	20	0,77	ШЛ10×20
ТПП234-40-400 ТПП234-115-400 ТПП234-220-400	48	48	1,5 0,53 0,29	1,6	2,7	10	2,68	ШЛ10×20
ТПП235-40-400 ТПП235-115-400 ТПП235-220-400	68	68	2,2 0,75 0,4	11,2	1,32	1,32	0,383	ШЛ12×16
ТПП236-40-400 ТПП236-115-400 ТПП236-220-400	68	68	2,2 0,75 0,4	7,85	1,3	2,64	0,375	ШЛ12×16
ТПП237-40-400 ТПП237-115-400 ТПП237-220-400	68	68	2,2 0,75 0,4	5,65	2,63	2,62	0,75	ШЛ12×16
ТПП238-40-400 ТПП238-115-400 ТПП238-220-400	68	68	2,2 0,75 0,4	4,06	2,6	5	0,75	ШЛ12×16
ТПП239-40-400 ТПП239-115-400 ТПП239-220-400	68	68	2,2 0,75 0,4	2,55	2,6	10	0,75	ШЛ12×16
ТПП246-40-400 ТПП246-115-400 ТПП246-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	1,16	10	20,1	5,15	ШЛ12×20
ТПП247-40-400 ТПП247-115-400 ТПП247-220-400	82	82	2,5 0,85 0,45	8,7	1,18	2,6	0,94	ШЛ12×20
ТПП248-40-400 ТПП248-115-400 ТПП248-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	4,56	2,58	5	1,4	ШЛ12×20
ТПП249-40-400 ТПП249-115-400 ТПП249-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	2,7	2,57	10,15	2,32	ШЛ12×20
ТПП250-40-400 ТПП250-115-400 ТПП250-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	1,75	2,58	20,2	0,7	ШЛ12×20
ТПП251-40-400 ТПП251-115-400 ТПП251-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	3,5	5,16	5,16	1,4	ШЛ12×20
ТПП252-40-400 ТПП252-115-400 ТПП252-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	2,44	5,15	10,2	1,4	ШЛ12×20
ТПП253-40-400 ТПП253-115-400 ТПП253-220-400	82	82	2,4 0,85 0,45	1,35	5,15	20,2	5,1	ШЛ12×20

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А		Ток обмотки, В		Напряжение вторичных обмоток, В			Обозначение магнитопровода
	номинальная	максимальная	первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТПП254-40-400			3					
ТПП254-115-400	100	100	1,1	3,77	2,65	10	0,59	ШЛ12×25
ТПП254-220-400			0,55					
ТПП255-40-400			3					
ТПП255-115-400	100	100	1,1	1,9	4,96	20	1,45	ШЛ12×25
ТПП255-220-400			0,55					
ТПП256-40-400			3					
ТПП256-115-400	100	100	1,1	1,8	2,64	20	5	ШЛ12×25
ТПП256-220-400			0,55					
ТПП257-40-400			3					
ТПП257-115-400	100	100	1,1	6	2,56	5	0,59	ШЛ12×25
ТПП257-220-400			0,55					
ТПП259-40-400	135	135	3,8					
ТПП259-115-400	135	135	1,3	2,88	2,52	20,2	0,75	ШЛ16×16
ТПП259-220-400			0,7					
ТПП260-40-400			3,8					
ТПП260-115-400	135	135	1,3	2,23	5,04	20,2	5,04	ШЛ16×16
ТПП260-220-400			0,7					
ТПП261-40-400			3,8					
ТПП261-115-400	135	135	1,3	4,1	5,04	10,1	1,28	ШЛ16×16
ТПП261-220-400			0,7					
ТПП262-40-400			3,8					
ТПП262-115-400	135	135	1,3	1,9	10,1	20,2	5,04	ШЛ16×16
ТПП262-220-400			0,7					
ТПП266-40-400			5,7					
ТПП266-115-400	210	210	2	31,2	1,35	1,35	0,67	ШЛ16×25
ТПП266-220-400			1,1					
ТПП268-40-400			2,2					
ТПП268-115-400	68	68	0,75	1,23	2,6	20	5	ШЛ12×16
ТПП268-220-400			0,4					
ТПП269-40-400			2,2					
ТПП269-115-400	68	68	0,75	3,05	5	5	1,13	ШЛ12×16
ТПП269-220-400			0,4					
ТПП270-40-400			2,2					
ТПП270-115-400	68	68	0,75	1,92	5	10,1	2,6	ШЛ12×16
ТПП270-220-400			0,4					
ТПП271-40-400			2,2					
ТПП271-115-400	68	68	0,75	1,3	5	20	1,13	ШЛ12×16
ТПП271-220-400			0,4					
ТПП272-40-400			2,2					
ТПП272-115-400	68	68	0,75	1,04	10	20	2,6	ШЛ12×16
ТПП272-220-400			0,4					
ТПП273-40-400			2,2					
ТПП273-115-400	68	68	0,75	0,77	20	20	4	ШЛ12×16
ТПП273-220-400			0,4					

Окончание табл. 3.20

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А		Ток обмотки, В		Напряжение вторичных обмоток, В			Обозначение магнитопровода
	номинальная	максимальная	первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТПП274-40-400 ТПП274-115-400 ТПП274-220-400	170	170	4,7 1,65 0,86	19	1,16	2,58	0,575	ШЛ16×20
ТПП275-40-400 ТПП275-115-400 ТПП275-220-400	170	170	4,7 1,65 0,86	10,3	2,55	5,12	0,57	ШЛ16×20
ТПП276-40-400 ТПП276-115-400 ТПП276-220-400	170	170	4,7 1,65 0,86	6,45	2,55	10	0,57	ШЛ16×20
ТПП277-40-400 ТПП277-115-400 ТПП277-220-400	170	170	4,7 1,65 0,86	3,1	2,55	20	5,1	ШЛ16×20
ТПП278-40-400 ТПП278-115-400 ТПП278-220-400	170	170	4,7 1,65 0,86	4,8	5,1	10	2,56	ШЛ16×20
ТПП279-40-400 ТПП279-115-400 ТПП279-220-400	170	170	4,7 1,65 0,86	3,2	5,1	20	1,42	ШЛ16×20
ТПП280-40-400 ТПП280-115-400 ТПП280-220-400	170	170	4,7 1,65 0,86	2,6	10,15	20,1	2,55	ШЛ16×20
ТПП281-40-400 ТПП281-115-400 ТПП281-220-400	210	210	6 2,3 1,2	7	2,5	10	2,5	ШЛ16×32
ТПП282-40-400 ТПП282-115-400 ТПП282-220-400	210	210	6 2,3 1,2	4,5	2,5	20	0,83	ШЛ16×32
ТПП283-40-400 ТПП283-115-400 ТПП283-220-400	210	210	6 2,3 1,2	6,45	5	10	1,25	ШЛ16×32
ТПП284-40-400 ТПП284-115-400 ТПП284-220-400	210	210	6 2,3 1,2	3,5	5	20	5	ШЛ16×32
ТПП285-40-400 ТПП285-115-400 ТПП285-220-400	210	210	6 2,3 1,2	4,65	10	10	2,5	ШЛ16×32
ТПП286-40-400 ТПП286-115-400 ТПП286-220-400	210	210	6 2,3 1,2	3	10	20	5	ШЛ16×32
ТПП287-40-400 ТПП287-115-400 ТПП287-220-400	210	210	6 2,3 1,2	2,35	20	20	2,35	ШЛ16×32

Таблица 3.21. **Электрические параметры трансформаторов типа ТПП всеклиматического исполнения с напряжением сети питания 220 В и частотой 400 Гц**

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В, в номинальном режиме				
			II	III	IV	V	VI
ТПП301-220-400В	120	0,7	2,4	—	—	—	—
ТПП302-220-400В	2,5	0,04	50	—	—	—	—
ТПП303-220-400В	2,4	0,04	12	—	—	—	—
ТПП304-220-400В	3	0,04	1,5	—	—	—	—
ТПП305-220-400В	5,8	0,07	115	—	—	—	—
ТПП306-220-400В	9,3	0,08	31	—	—	—	—
ТПП307-220-400В	10	0,09	50	50	50	50	50
ТПП308-220-400В	15,1	0,12	21	50	—	—	—
ТПП310-220-400В	16,1	0,12	17×2/14×2	50	—	—	—
ТПП311-220-400В	18	0,12	34/36/38	—	—	—	—
ТПП312-220-400В	18,6	0,15	31	—	—	—	—
ТПП313-220-400В	20,2	0,15	19×2/13×2	50×2	—	—	—
ТПП314-220-400В	24,9	0,18	14×2	50	—	—	—
ТПП315-220-400В	27,7	0,18	21	50	—	—	—
ТПП316-220-400В	25,5	0,18	38	50	—	—	—
ТПП317-220-400В	29	0,19	15×2	15×2	50	50	—
ТПП318-220-400В	30,2	0,2	21	21	50	50	—
ТПП319-220-400В	28	0,2	50×2/19×2	13×2	50	50	—
ТПП321-220-400В	40,8	0,25	34	—	—	—	—
ТПП322-220-400В	41	0,26	12×2	50	—	—	—
ТПП323-220-400В	43,3	0,27	17×2/14×2	50			
ТПП324-220-400В	53,1	0,3	23	50	—	—	—
ТПП325-220-400В	53	0,3	15×2	15×2	50	50	—
ТПП326-220-400В	50,8	0,3	21	50	—	—	—
ТПП327-220-400В	45,5	0,29	31	—	—	—	—
ТПП328-220-400В	55,4	0,3	21	21	50	50	—
ТПП329-220-400В	55,6	0,3	66,7/70/73	36	28	—	—
ТПП330-220-400В	52,5	0,3	15	—	—	—	—
ТПП331-220-400В	59	0,35	18	18	50	50	—
ТПП332-220-400В	65	0,35	12,5×2/5×2	50	—	—	—
ТПП333-220-400В	80,7	0,45	23	50	—	—	—
ТПП334-220-400В	72,5	0,38	14×2/5×2	50	—	—	—
ТПП335-220-400В	83	0,5	15×2	15×2	50	50	—
ТПП336-220-400В	75,9	0,45	33	—	—	—	—
ТПП337-220-400В	85	0,55	18	—	—	—	—
ТПП338-220-400В	101	0,6	15×2	15×2	50	50	—
ТПП339-220-400В	94,2	0,6	10	12,4	—	—	—
ТПП340-220-400В	120	0,6	23	23	50	50	—
ТПП341-220-400В	102,5	0,6	12,5×2/5×2	50	—	—	—
ТПП342-220-400В	115,5	0,6	33	—	—	—	—
ТПП343-220-400В	127,5	0,65	12,5×2/5×2	50	—	—	—
ТПП344-220-400В	165	0,85	12,5×2/5×2	50	—	—	—
ТПП345-220-400В	202,5	1	12,5×2/5×2	50	—	—	—
ТПП346-220-400В	252,5	1,3	12,5×2/5×2	50	—	—	—
ТПП347-220-400В	302,5	1,5	12,5×2/5×2	50	—	—	—
ТПП348-220-400В	92,5	0,6	12,5×2/5×2	50	—	—	—
ТПП349-220-400В	32,5	0,21	10,2×2	50	—	—	—
ТПП350-220-400В	341	1,8	23	33	50	50	—
ТПП351-220-400В	183	1	22	32	50	50	—
ТПП352-220-400В	98,6	0,6	72	72	50	50	—
ТПП353-220-400В	170,5	1	31	—	—	—	—
ТПП354-220-400В	28	0,2	7×2	—	—	—	—
ТПП355-220-400В	45,6	0,28	19,8/20/20	36	28	—	—
ТПП356-220-400В	18,5	0,14	30	17,5	50	50	50
ТПП357-220-400В	42	0,27	20×2/13×2	50×2	—	—	—
ТПП358-220-400В	143,9	0,8	31	5×2	50	—	—
ТПП359-220-400В	100	0,6	21	5×2	50	—	—

Обозначение трансформаторов	Мощность номинальная, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В, в номинальном режиме				
			II	III	IV	V	VI
ТПП360-220-400В	70,5	0,38	21	5×2	50	—	—
ТПП361-220-400В	75,7	0,45	31	7×2	50	—	—
ТПП362-220-400В	11,5	0,09	33	—	—	—	—
ТПП363-220-400В	23,6	0,16	43	—	—	—	—
ТПП364-220-400В	132	0,7	33	—	—	—	—
ТПП365-220-400В	2,7	0,04	180	—	—	—	—
ТПП366-220-400В	14	0,11	70	—	—	—	—
ТПП367-220-400В	7	0,07	70	—	—	—	—
ТПП368-220-400В	20,5	0,15	41/205	—	—	—	—
ТПП369-220-400В	33	0,21	70	70	50	50	—
ТПП370-220-400В	21	0,15	26,5/28/29,5	42	28	—	—
ТПП371-220-400В	22,5	0,15	28,5/30/31,5	50	—	—	—
ТПП372-220-400В	25	0,18	47,5/50/52,5	50	—	—	—
ТПП373-220-400В	112,5	0,65	12,5×2/5×2	12,5×2	50	50	—
ТПП374-220-400В	30,5	0,2	14×2	50	—	—	—
ТПП375-220-400В	70	0,38	7×2	—	—	—	—
ТПП376-220-400В	21	0,15	70	70	70	—	—
ТПП377-220-400В	26,5	0,18	17×2	30	50	50	—
ТПП378-220-400В	60	0,35	31	5×2	50	—	—
ТПП379-220-400В	21,7	0,15	32	50	—	—	—
ТПП380-220-400В	4,1	0,05	6,3	—	—	—	—
ТПП381-220-400В	8,2	0,07	6,3	6,3	—	—	—
ТПП382-220-400В	18,7	0,15	50	14×2	50×2	—	—
ТПП383-220-400В	88,6	0,5	38	50	38	50	—
ТПП384-220-400В	0,13	0,03	6,3	6,3	—	—	—
ТПП385-220-400В	156	0,85	110	100×2	36	—	—
ТПП386-220-400В	120	0,65	50×2	50×2	—	—	—
ТПП387-220-400В	133,5	0,7	21	5×2	50	—	—
ТПП388-220-400В	205,5	1,1	33,3	5×2	50	—	—
ТПП389-220-400В	35	0,24	28,5/30/31,5	50	—	—	—
ТПП390-220-400В	71,5	0,33	66,5/70/73,5	50	—	—	—
ТПП391-220-400В	142,5	0,8	14×2/5×2	50	—	—	—
ТПП392-220-400В	226,5	1,2	14×2/5×2	50	—	—	—
ТПП393-220-400В	7,6	0,07	33,3/36/38,7	18,5/20/21,5			
ТПП394-220-400В	18,4	0,15	23	—	—	—	—
ТПП395-220-400В	5,2	0,06	38	50	—	—	—
ТПП396-220-400В	50,5	0,3	10,1×2/4,97×2	50			
ТПП397-220-400В	60,4	0,35	12×2	17,1×2	50	50	—
ТПП398-220-400В	145	0,8	33	—	—	—	—
ТПП399-220-400В	30,5	0,2	21	50	50	—	—
ТПП400-220-400В	27,4	0,18	50	14×2	50	—	—
ТПП401-220-400В	44,3	0,27	38	50	—	—	—
ТПП402-220-400В	63,5	0,36	38	50	—	—	—
ТПП403-220-400В	74,5	1	21	5×2	50	—	—
ТПП404-220-400В	54,5	0,38	43	—	—	—	—
ТПП405-220-400В	60	0,38	60	—	—	—	—
ТПП406-220-400В	55,5	0,33	36	5,55×2,5/2×4,75	—	—	—
ТПП407-220-400В	8,5	0,072	36	5,25/×2,5/2×4,75			
ТПП408-220-400В	3	0,035	85/100/115/ /127/150	—			
ТПП409-220-400В	105	0,6	14×2/5×2	50	50	—	—
ТПП410-220-400В	200	1,2	14×2/5×2	50	—	—	—
ТПП411-220-400В	37,1	0,23	14×2	50	—	—	—
ТПП412-220-400В	24	0,17	17,2	50	—	—	—
ТПП413-220-400В	120	0,65	58	50	—	—	—
ТПП414-220-400В	5,6	0,065	8×2	—	—	—	—
ТПП415-220-400В	61,5	0,38	21	50	38	50	—
ТПП416-220-400В	85	0,55	12,5×2/5×2	50	38	50	—

Окончание табл. 3.21

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В, в номинальном режиме				
			II	III	IV	V	VI
ТПП417-220-400В	18,6	0,135	24,8/31	—	—	—	—
ТПП418-220-400В	15,5	0,11	60	50	—	—	—
ТПП419-220-400В	54,5	0,33	13×2	50×2	21	50	—
ТПП420-220-400В	96	0,6	12,5×2/5×2	13×2	50	50	50
ТПП421-220-400В	385	2,1	38,1×2/5×2	50	—	—	—
ТПП422-220-400В	105	0,62	6,3	270	270	14	25/45
ТПП423-220-400В	98	0,6	4,8×2	135×2	18/21/24,3/28	—	—

Таблица 3.22. **Электрические параметры трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 400 Гц в режиме холостого хода**

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II^{I}	III, III^{I}	IV, IVк	V, Vк	
ТПП6-40-400 ТПП6-115-400 ТПП6-220-400	0,12 0,045 0,021	1,52	1,56	0,43	0,43	ШЛ6×6,5
ТПП7-40-400 ТПП7-115-400 ТПП7-220-400	0,12 0,045 0,021	5,9	5,9	1,44	1,44	ШЛ6×6,5
ТПП8-40-400 ТПП8-115-400 ТПП8-220-400	0,12 0,045 0,021	11,7	11,9	3,05	3,08	ШЛ6×6,5
ТПП9-40-400 ТПП9-115-400 ТПП9-220-400	0,12 0,045 0,021	1,48	2,93	0,78	0,78	ШЛ6×6,5
ТПП10-40-400 ТПП10-115-400 ТПП10-220-400	0,12 0,045 0,021	2,93	5,93	1,52	1,52	ШЛ6×6,5
ТПП12-40-400 ТПП12-115-400 ТПП12-220-400	0,12 0,045 0,021	2,89	11,7	3,08	3,08	ШЛ6×6,5
ТПП15-40-400 ТПП15-115-400 ТПП15-220-400	0,21 0,06 0,035	1,43	1,43	0,45	0,45	ШЛ6×12,5
ТПП16-40-400 ТПП16-115-400 ТПП16-220-400	0,21 0,06 0,035	2,87	2,87	0,76	0,76	ШЛ6×12,5
ТПП17-40-400 ТПП17-115-400 ТПП17-220-400	0,21 0,06 0,035	5,65	5,73	1,51	1,51	ШЛ6×12,5
ТПП19-40-400 ТПП19-115-400 ТПП19-220-400	0,21 0,06 0,035	23,1	23,4	4,75	4,75	ШЛ6×12,5

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II^{I}	III, III^{I}	IV, IVк	V, Vк	
ТПП20-40-400 ТПП20-115-400 ТПП20-220-400	0,21 0,06 0,035	1,51	2,94	0,45	0,45	ШЛ6×12,5
ТПП25-40-400 ТПП25-115-400 ТПП25-220-400	0,21 0,06 0,035	5,82	23,1	1,51	1,51	ШЛ6×12,5
ТПП31-40-400 ТПП31-115-400 ТПП31-220-400	0,27 0,1 0,05	1,46	1,46	0,41	0,41	ШЛ8×10
ТПП32-40-400 ТПП32-115-400 ТПП32-220-400	0,27 0,1 0,05	2,78	2,85	0,73	0,73	ШЛ8×10
ТПП33-40-400 ТПП33-115-400 ТПП33-220-400	0,27 0,1 0,05	5,54	5,54	1,14	1,14	ШЛ8×10
ТПП35-40-400 ТПП35-115-400 ТПП35-220-400	0,27 0,1 0,05	1,46	2,78	0,73	0,73	ШЛ8×10
ТПП37-40-400 ТПП37-115-400 ТПП37-220-400	0,27 0,1 0,05	5,8	11,5	2,85	2,85	ШЛ8×10
ТПП40-40-400 ТПП40-115-400 ТПП40-220-400	0,27 0,1 0,05	11,3	22,6	3,01	3,01	ШЛ8×10
ТПП41-40-400 ТПП41-115-400 ТПП41-220-400	0,27 0,1 0,05	5,7	22,5	1,46	1,46	ШЛ8×10
ТПП52-40-400 ТПП52-115-400 ТПП52-220-400	0,45 0,17 0,09	1,42	1,42	0,55	0,55	ШЛ8×16
ТПП55-40-400 ТПП55-115-400 ТПП55-220-400	0,31 0,12 0,06	11	11,2	2,96	2,96	ШЛ8×12,5
ТПП57-40-400 ТПП57-115-400 ТПП57-220-400	0,31 0,12 0,06	1,43	2,85	0,816	0,816	ШЛ8×12,5
ТПП58-40-400 ТПП58-115-400 ТПП58-220-400	0,45 0,17 0,09	2,83	5,67	0,773	0,773	ШЛ8×16
ТПП59-40-400 ТПП59-115-400 ТПП59-220-400	0,45 0,17 0,09	5,55	11	2,83	2,83	ШЛ8×16
ТПП62-40-400 ТПП62-115-400 ТПП62-220-400	0,45 0,17 0,09	5,4	21,8	1,42	1,42	ШЛ8×16

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II^{I}	III, III^{I}	IV, IVк	V, Vк	
ТПП63-40-400	0,45					
ТПП63-115-400	0,17	2,83	21,8	5,55	5,55	ШЛ8×16
ТПП63-220-400	0,09					
ТПП69-40-400	0,41					
ТПП69-115-400	0,16	1,41	1,41	0,514	0,514	ШЛ10×12,5
ТПП69-220-400	0,08					
ТПП70-40-400	0,41					
ТПП70-115-400	0,16	2,7	2,7	0,77	0,77	ШЛ10×12,5
ТПП70-220-400	0,08					
ТПП71-40-400	0,41					
ТПП71-115-400	0,16	5,4	5,4	1,41	1,41	ШЛ10×12,5
ТПП71-220-400	0,08					
ТПП73-40-400	0,41					
ТПП73-115-400	0,16	21,5	21,5	4,37	4,37	ШЛ10×12,5
ТПП73-220-400	0,08					
ТПП74-40-400	0,41					
ТПП74-115-400	0,16	1,41	2,82	0,385	0,385	ШЛ10×12,5
ТПП74-220-400	0,08					
ТПП76-40-400	0,41					
ТПП76-115-400	0,16	5,5	10,8	2,8	2,8	ШЛ10×12,5
ТПП76-220-400	0,08					
ТПП77-40-400	0,41					
ТПП77-115-400	0,16	2,7	10,8	0,77	0,77	ШЛ10×12,5
ТПП77-220-400	0,08					
ТПП78-40-400	0,41					
ТПП78-115-400	0,16	10,8	21,8	2,82	2,82	ШЛ10×12,5
ТПП78-220-400	0,08					
ТПП79-40-400	0,41					
ТПП79-115-400	0,16	5,4	21,4	1,41	1,41	ШЛ10×12,5
ТПП79-220-400	0,08					
ТПП86-40-400	0,63					
ТПП86-115-400	0,21	1,42	2,64	0,405	0,405	ШЛ10×20
ТПП86-220-400	0,12					
ТПП87-40-400	0,63					
ТПП87-115-400	0,21	2,83	2,83	0,81	0,81	ШЛ10×20
ТПП87-220-400	0,12					
ТПП89-40-400	0,63					
ТПП89-115-400	0,21	5,27	5,48	1,42	1,42	ШЛ10×20
ТПП89-220-400	0,12					
ТПП90-40-400	0,63					
ТПП90-115-400	0,21	10,5	10,7	2,83	2,83	ШЛ10×20
ТПП90-220-400	0,12					
ТПП91-40-400	0,63					
ТПП91-115-400	0,21	21,1	21,1	4,26	4,26	ШЛ10×20
ТПП91-220-400	0,12					

Обозначение трансформатора	Ток хлостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II[I]	III, III[I]	IV, IVк	V, Vк	
ТПП92-40-400 ТПП92-115-400 ТПП92-220-400	0,63 0,21 0,12	1,42	2,64	0,405	0,405	ШЛ10×20
ТПП93-40-400 ТПП93-115-400 ТПП93-220-400	0,63 0,21 0,12	2,83	5,27	1,42	1,41	ШЛ10×20
ТПП95-40-400 ТПП95-115-400 ТПП95-220-400	0,63 0,21 0,12	10,55	21,1	5,27	5,27	ШЛ10×20
ТПП106-40-400 ТПП106-115-400 ТПП106-220-400	0,9 0,3 0,15	1,22	1,22	0,49	0,49	ШЛ12×20
ТПП107-40-400 ТПП107-115-400 ТПП107-220-400	0,9 0,3 0,15	2,7	2,7	0,98	0,98	ШЛ12×20
ТПП109-40-400 ТПП109-115-400 ТПП109-220-400	0,9 0,3 0,15	10,5	10,75	2,7	2,7	ШЛ12×20
ТПП110-40-400 ТПП110-115-400 ТПП110-220-400	0,9 0,3 0,15	20,8	20,8	4,4	4,4	ШЛ12×20
ТПП111-40-400 ТПП111-115-400 ТПП111-220-400	0,9 0,31 0,17	1,21	3,04	0,608	0,608	ШЛ12×25
ТПП113-40-400 ТПП113-115-400 ТПП113-220-400	0,9 0,31 0,17	5,17	10,3	2,74	2,74	ШЛ12×25
ТПП121-40-400 ТПП121-115-400 ТПП121-220-400	0,85 0,3 0,16	1,3	1,3	0,52	0,52	ШЛ16×16
ТПП122-40-400 ТПП122-115-400 ТПП122-220-400	0,85 0,3 0,16	2,6	2,6	0,78	0,78	ШЛ16×16
ТПП123-40-400 ТПП123-115-400 ТПП123-220-400	0,87 0,32 0,17	5,2	5,2	1,3	1,3	ШЛ16×16
ТПП124-40-400 ТПП124-115-400 ТПП124-220-400	0,87 0,32 0,17	10,4	10,4	2,6	2,6	ШЛ16×16
ТПП125-40-400 ТПП125-115-400 ТПП125-220-400	0,87 0,32 0,17	20,8	20,8	4,16	4,16	ШЛ16×16
ТПП126-40-400 ТПП126-115-400 ТПП126-220-400	0,12 0,045 0,021	1,52	1,56	0,43	0,43	ШЛ6×6,5

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнито-провода
		II, II^{I}	III, III^{I}	IV, IVк	V, Vк	
ТПП127-40-400	0,41					
ТПП127-115-400	0,16	2,82	21,8	5,5	5,5	ШЛ10×12,5
ТПП127-220-400	0,08					
ТПП131-40-400	0,27					
ТПП131-115-400	0,1	22,5	22,7	4,56	4,56	ШЛ8×10
ТПП131-220-400	0,05					
ТПП133-40-400	0,27					
ТПП133-115-400	0,1	5,54	5,54	1,14	1,14	ШЛ8×10
ТПП133-220-400	0,05					
ТПП134-40-400	0,87					
ТПП134-115-400	0,32	2,6	5,2	1,3	1,3	ШЛ16×16
ТПП134-220-400	0,17					
ТПП136-40-400	0,87					
ТПП136-115-400	0,32	2,6	10,4	2,6	2,6	ШЛ16×16
ТПП136-220-400	0,17					
ТПП147-40-400	0,82					
ТПП147-115-400	0,285	2,78	2,78	0,69	0,69	ШЛ16×25
ТПП147-220-400	0,148					
ТПП148-40-400	0,82					
ТПП148-115-400	0,285	5,2	5,2	1,39	1,39	ШЛ16×25
ТПП148-220-400	0,148					
ТПП150-40-400	0,82					
ТПП150-115-400	0,285	1,39	2,78	0,69	0,69	ШЛ16×25
ТПП150-220-400	0,148					
ТПП151-40-400	0,82					
ТПП151-115-400	0,285	2,78	5,2	1,39	1,39	ШЛ16×25
ТПП151-220-400	0,148					
ТПП197-40-400	0,12					
ТПП197-115-400	0,045	12,1	24,1	6,15	6,15	ШЛ6×6,5
ТПП197-220-400	0,021					
ТПП198-40-400	0,9					
ТПП198-115-400	0,31	10,3	20,7	2,74	2,74	ШЛ12×25
ТПП198-220-400	0,17					
ТПП206-40-400	0,12					
ТПП206-115-400	0,045	5,85	11,8	1;56	1;56	ШЛ6×6,5
ТПП206-220-400	0,021					
ТПП207-40-400	0,12					
ТПП207-115-400	0,045	5,8	23,6	5,93	5,93	ШЛ6×6,5
ТПП207-220-400	0,021					
ТПП208-40-400	0,12					
ТПП208-115-400	0,045	2,96	23,5	0,78	0,78	ШЛ6×6,5
ТПП208-220-400	0,021					
ТПП210-40-400	0,21					
ТПП210-115-400	0,06	3,02	6,05	0,76	0,76	ШЛ6×12,5
ТПП210-220-400	0,035					

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II^{I}	III, III^{I}	IV, IVк	V, Vк	
ТПП211-40-400 ТПП211-115-400 ТПП211-220-400	0,21 0,06 0,035	5,82	11,55	3,02	3,02	ШЛ6×12,5
ТПП212-40-400 ТПП212-115-400 ТПП212-220-400	0,21 0,06 0,035	2,94	11,6	0,76	0,76	ШЛ6×12,5
ТПП213-40-400 ТПП213-115-400 ТПП213-220-400	0,21 0,06 0,035	11,3	22,7	3,02	3,02	ШЛ6×12,5
ТПП214-40-400 ТПП214-115-400 ТПП214-220-400	0,21 0,06 0,035	2,87	22,8	5,65	5,65	ШЛ6×12,5
ТПП215-40-400 ТПП215-115-400 ТПП215-220-400	0,27 0,1 0,05	2,95	5,8	0,73	0,73	ШЛ8×10
ТПП216-40-400 ТПП216-115-400 ТПП216-220-400	0,27 0,1 0,05	2,78	11,2	0,73	0,73	ШЛ8×10
ТПП217-40-400 ТПП217-115-400 ТПП217-220-400	0,27 0,1 0,05	2,78	22,5	5,54	5,54	ШЛ8×10
ТПП218-40-400 ТПП218-115-400 ТПП218-220-400	0,31 0,12 0,06	11,4	22,4	5,7	5,7	ШЛ8×12,5
ТПП219-40-400 ТПП219-115-400 ТПП219-220-400	0,31 0,12 0,06	2,75	5,62	1,43	1,43	ШЛ8×12,5
ТПП220-40-400 ТПП220-115-400 ТПП220-220-400	0,31 0,12 0,06	2,75	11,2	2,85	2,85	ШЛ8×12,5
ТПП221-40-400 ТПП221-115-400 ТПП221-220-400	0,31 0,12 0,06	2,75	22,2	0,715	0,715	ШЛ8×12,5
ТПП222-40-400 ТПП222-115-400 ТПП222-220-400	0,31 0,12 0,06	5,62	11,2	1,43	1,43	ШЛ8×12,5
ТПП223-40-400 ТПП223-115-400 ТПП223-220-400	0,31 0,12 0,06	5,62	22,8	5,7	5,7	ШЛ8×12,5
ТПП224-40-400 ТПП224-115-400 ТПП224-220-400	0,45 0,17 0,09	2,83	10,8	0,773	0,773	ШЛ8×10
ТПП225-40-400 ТПП225-115-400 ТПП225-220-400	0,45 0,17 0,09	1,42	2,83	0,258	0,258	ШЛ8×16

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II^{I}	III, III^{I}	IV, IVк	V, Vк	
ТПП226-40-400 ТПП226-115-400 ТПП226-220-400	0,45 0,17 0,09	2,83	5,67	0,0773	0,773	ШЛ8×16
ТПП227-40-400 ТПП227-115-400 ТПП227-220-400	0,45 0,17 0,09	5,4	5,55	1,42	1,42	ШЛ8×16
ТПП228-40-400 ТПП228-115-400 ТПП228-220-400	0,45 0,17 0,09	11,1	21,8	2,83	2,83	ШЛ8×16
ТПП229-40-400 ТПП229-115-400 ТПП229-220-400	0,45 0,17 0,09	21,6	21,8	4,38	4,38	ШЛ8×16
ТПП230-40-400 ТПП230-115-400 ТПП230-220-400	0,41 0,16 0,08	2,7	5,4	0,77	0,77	ШЛ10×12,5
ТПП231-40-400 ТПП231-115-400 ТПП231-220-400	0,63 0,21 0,12	5,27	10,55	1,42	1,42	ШЛ10×20
ТПП232-40-400 ТПП232-115-400 ТПП232-220-400	0,63 0,21 0,12	5,27	21,1	5,27	5,27	ШЛ10×20
ТПП233-40-400 ТПП233-115-400 ТПП233-220-400	0,63 0,21 0,12	2,83	21,3	0,81	0,81	ШЛ10×20
ТПП234-40-400 ТПП234-115-400 ТПП234-220-400	0,63 0,21 0,12	2,83	10,5	2,83	2,83	ШЛ10×20
ТПП235-40-400 ТПП235-115-400 ТПП235-220-400	0,6 0,2 0,11	1,37	1,37	0,39	0,39	ШЛ12×16
ТПП236-40-400 ТПП236-115-400 ТПП236-220-400	0,6 0,2 0,11	1,37	2,75	0,39	0,39	ШЛ12×16
ТПП237-40-400 ТПП237-115-400 ТПП237-220-400	0,6 0,2 0,11	2,75	2,75	0,39	0,39	ШЛ12×16
ТПП238-40-400 ТПП238-115-400 ТПП238-220-400	0,6 0,2 0,11	2,75	5,3	0,785	0,785	ШЛ12×16
ТПП239-40-400 ТПП239-115-400 ТПП239-220-400	0,6 0,2 0,11	2,75	10,6	0,785	0,785	ШЛ12×16
ТПП246-40-400 ТПП246-115-400 ТПП246-220-400	0,9 0,3 0,15	10,8	21,1	5,4	5,4	ШЛ12×20

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II^I	III, III^I	IV, IVк	V, Vк	
ТПП247-40-400	0,9					
ТПП247-115-400	0,3	1,22	2,7	0,98	0,98	ШЛ12×20
ТПП247-220-400	0,15					
ТПП248-40-400	0,9					
ТПП248-115-400	0,3	2,7	5,15	1,47	1,47	ШЛ12×20
ТПП248-220-400	0,15					
ТЛП249-40-400	0,9					
ТПП249-115-400	0,3	2,7	10,55	2,44	2,44	ШЛ12×20
ТПП249-220-400	0,15					
ТПП250-40-400	0,9					
ТПП250-115-400	0,3	2,7	21,1	0,73	0,73	ШЛ12×20
ТПП250-220-400	0,15					
ТПП251-40-400	0,9					
ТПП251-115-400	0,3	5,4	5,4	1,47	1,47	ШЛ12×20
ТПП251-220-400	0,15					
ТПП252-40-400	0,9					
ТПП252-115-400	0,3	5,4	10,8	1,47	1,47	ШЛ12×20
ТПП252-220-400	0,15					
ТПП253-40-400	0,9					
ТПП253-115-400	0,3	5,4	21,1	5,4	5,4	ШЛ12×20
ТПП253-220-400	0,15					
ТПП254-40-400	0,9					
ТПП254-115-400	0,31	2,74	10,3	0,61	0,61	ШЛ12×25
ТПП254-220-400	0,17					
ТПП255-40-400	0,9					
ТПП255-115-400	0,31	5,17	20,7	1,52	1,52	ШЛ12×25
ТПП255-220-400	0,17					
ТПП256-40-400	0,9					
ТПП256-115-400	0,31	2,74	20,7	5,17	5,17	ШЛ12×25
ТПП256-220-400	0,17					
ТПП257-40-400	0,9					
ТПП257-115-400	0,31	2,74	5,17	0,61	0,61	ШЛ12×25
ТПП257-220-400	0,17					
ТПП259-40-400	0,87					
ТПП259-115-400	0,32	2,6	20,8	0,78	0,78	ШЛ16×16
ТПП259-220-400	0,17					
ТПП260-40-400	0,87					
ТПП260-115-400	0,32	5,2	20,8	5,2	5,2	ШЛ16×16
ТПП260-220-400	0,17					
ТПП261-40-400	0,87					
ТПП261-115-400	0,32	5,2	10,4	1,3	1,3	ШЛ16×16
ТПП261-220-400	0,17					
ТПП262-40-400	0,81					
ТПП262-115-400	0,32	10,4	20,8	5,2	5,2	ШЛ16×16
ТПП262-220-400	0,17					

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II^I	III, III^I	IV, IVк	V, Vк	
ТПП266-40-400 ТПП266-115-400 ТПП266-220-400	0,82 0,285 0,148	1,39	1,39	0,69	0,69	ШЛ16×25
ТПП268-40-400 ТПП268-115-400 ТПП268-220-400	0,6 0,2 0,11	2,75	21	5,3	5,3	ШЛ12×16
ТПП269-40-400 ТПП269-115-400 ТПП269-220-400	0,6 0,2 0,11	5,3	5,3	1,18	1,18	ШЛ12×16
ТПП270-40-400 ТПП270-115-400 ТПП270-220-400	0,6 0,2 0,11	5,3	10,6	2,75	2,75	ШЛ12×16
ТПП271-40-400 ТПП271-115-400 ТПП271-220-400	0,6 0,2 0,11	5,3	21	1,18	1,18	ШЛ12×16
ТПП272-40-400 ТПП272-115-400 ТПП272-220-400	0,6 0,2 0,11	10,6	21	2,75	2,75	ШЛ12×16
ТПП273-40-400 ТПП273-115-400 ТПП273-220-400	0,6 0,2 0,11	21	21,1	4,3	4,3	ШЛ12×16
ТПП274-40-400 ТПП274-115-400 ТПП274-220-400	0,75 0,27 0,14	1,18	2,65	0,59	0,59	ШЛ16×20
ТПП275-40-400 ТПП275-115-400 ТПП275-220-400	0,75 0,27 0,14	2,65	5,3	0,59	0,59	ШЛ16×20
ТПП276-40-400 ТПП276-115-400 ТПП276-220-400	0,75 0,27 0,14	2,65	10,3	0,59	0,59	ШЛ16×20
ТПП277-40-400 ТПП277-115-400 ТПП277-220-400	0,75 0,27 0,14	2,65	20,6	5,3	5,3	ШЛ16×20
ТПП278-40-400 ТПП278-115-400 ТПП278-220-400	0,75 0,27 0,14	5,3	10,3	2,65	2,65	ШЛ16×20
ТПП279-40-400 ТПП279-115-400 ТПП279-220-400	0,75 0,27 0,14	5,3	20,6	1,47	1,47	ШЛ16×20
ТПП280-40-400 ТПП280-115-400 ТПП280-220-400	0,75 0,27 0,14	10,6	21	2,65	2,65	ШЛ16×20
ТПП281-40-400 ТПП281-115-400 ТПП281-220-400	0,95 0,33 0,18	2,55	10,2	2,55	2,55	ШЛ16×32

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II^{I}	III, III^{I}	IV, IVк	V, Vк	
ТПП282-40-400 ТПП282-115-400 ТПП282-220-400	0,95 0,33 0,18	2,55	20,4	0,85	0,85	ШЛ16×32
ТПП283-40-400 ТПП283-115-400 ТПП283-220-400	0,95 0,33 0,18	5,1	10,2	1,28	1,28	ШЛ16×32
ТПП284-40-400 ТПП284-115-400 ТПП284-220-400	0,95 0,33 0,18	5,1	20,4	5,1	5,1	ШЛ16×32
ТПП285-40-400 ТПП285-115-400 ТПП285-220-400	0,95 0,33 0,18	10,2	10,2	2,55	2,55	ШЛ16×32
ТПП286-40-400 ТПП286-115-400 ТПП286-220-400	0,95 0,33 0,18	10,2	20,4	5,1	5,1	ШЛ16×32
ТПП287-40-400 ТПП287-115-400 ТПП287-220-400	0,95 0,33 0,18	20,4	20,4	4,68	4,68	ШЛ16×32
ТПП301-220-400В	0,15	2,44	—	—	—	ШЛ12×25
ТПП302-220-400В	0,025	59	—	—	—	ШЛ6×8
ТПП303-220-400В	0,025	13,4	—	—	—	ШЛ6×8
ТПП304-220-400В	0,025	1,76	—	—	—	ШЛ6×8
ТПП305-220-400В	0,05	131,8/140	—	—	—	ШЛ6×10
ТПП306-220-400В	0,05	36,6	—	—	—	ШЛ6×10
ТПП307-220-400В	0,06	56	56,2	56,5	5,07	ШЛ8×8
ТПП309-220-400В	0,055	23,7	56	—	—	ШЛ8×8
ТПП310-220-400В	0,055	19,5×2/16,1×2	56,7	—	—	ШЛ8×8
ТПП311-220-400В	0,055	38,4/40,8/43	—	—	—	ШЛ8×8
ТПП312-220-400В	0,06	35,7	—	—	—	ШЛ8×10
ТПП313-220-400В	0,06	21,9×2/15×2	56,8×2	—	—	ШЛ8×10
ТПП314-220-400В	0,06	15,4×2	55,1	—	—	ШЛ8×12,5
ТПП315-220-400В	0,08	23	54,5	—	—	ШЛ8×12,5
ТПП316-220-400В	0,08	41,5	54,4	—	—	ШЛ8×12,5
ТПП317-220-400В	0,08	16,7×2	16,7×2	55,7	55,7	ШЛ8×12,5
ТПП318-220-400В	0,1	23,1	23,1	53,5	53,5	ШЛ8×16
ТПП319-220-400В	0,1	54,7×2/20,9×2	14,2×2	53,8	53,8	ШЛ8×16
ТПП321-220-400В	0,1	36,5	—	—	—	ШЛ10×12,5
ТПП322-220-400В	0,1	12,8×2	54	—	—	ШЛ10×12,5
ТПП323-220-400В	0,1	18,1×2/14,9×2	54	—	—	ШЛ10×12,5
ТПП324-220-400В	0,1	24,4	53,8	—	—	ШЛ10×12,5
ТПП325-220-400В	0,12	16,1×2	16,1×2	53,1	53,1	ШЛ10×16
ТПП326-220-400В	0,1	22,4	53,8	—	—	ШЛ10×12,5
ТПП327-220-400В	0,1	32,9	—	—	—	ШЛ10×12,5
ТПП328-220-400В	0,12	22,3	22,3	53,4	53,4	ШЛ10×16
ТПП329-220-400В	0,12	70,8/74,4/78,2	38,4	29,2	—	ШЛ10×16
ТПП330-220-400В	0,12	16,1	—	—	—	ШЛ10×16
ТПП331-220-400В	0,12	19,4	19,4	53,4	53,4	ШЛ10×16
ТПП332-220-400В	0,12	13,3×2/5,35×2	53,5	—	—	ШЛ10×16
ТПП333-220-400В	0,11	24	53,7	—	—	ШЛ12×12,5
ТПП334-220-400В	0,11	14,8×2/5,33×2	53,6	—	—	ШЛ12×12,5
ТПП335-220-400В	0,13	15,7×2	15,5×2	52,4	52,4	ШЛ12×16
ТПП336-220-400В	0,11	34,7	—	—	—	ШЛ12×12,5
ТПП337-220-400В	0,13	18,8	—	—	—	ШЛ12×16
ТПП338-220-400В	0,13	15,7×2	15,7×2	52,3	52,3	ШЛ12×20

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнито-провода
		II, II[I]	III, III[I]	IV, IVк	V, Vк	
ТПП339-220-400В	0,13	10,3	13	—	—	ШЛ12×16
ТПП340-220-400В	0,16	24	24	52,4	52,4	ШЛ12×20
ТПП341-220-400В	0,16	13×2/5,14×2	52	—	—	ШЛ12×20
ТПП342-220-400В	0,16	34,4	—	—	—	ШЛ12×20
ТПП343-220-400В	0,2	13×2/5,11×2	52,5	—	—	ШЛ12×25
ТПП344-220-400В	0,18	12/7×2/5,14×2	51,8	—	—	ШЛ16×16
ТПП345-220-400В	0,25	12,9×2/5,03×2	51,8	—	—	ШЛ16×20
ТПП346-220-400В	0,4	12,5×2/5,13×2	51,8	—	—	ШЛ16×32
ТПП347-220-400В	0,4	13×2/5,06×2	51,8	—	—	ШЛ20×20
ТПП348-220-400В	0,16	10,4×2/5,18×2	51,9	—	—	ШЛ12×20
ТПП349-220-400В	0,1	10,6×2	53	—	—	ШЛ10×12,5
ТПП350-220-400В	0,4	23,4	33,6	50,9	50,9	ШЛ20×25
ТПП351-220-400В	0,2	22,5	32,6	51,6	51,6	ШЛ16×20
ТПП352-220-400В	0,25	74,8	74,8	52	52	ШЛ12×20
ТПП353-220-400В	0,2	31,9	—	—	—	ШЛ16×20
ТПП354-220-400В	0,1	7,8×2	—	—	—	ШЛ8×16
ТПП355-220-400В	0,12	20,9/21,3/21,6	38	29,6	—	ШЛ10×16
ТПП356-220-400В	0,1	32,5	19,2	54,2	54,2	ШЛ8×16
ТПП357-220-400В	0,1	21,4×2/14×2	54,5×2	—	—	ШЛ10×12,5
ТПП358-220-400В	0,18	32	5,15×2	52,1	—	ШЛ16×16
ТПП359-220-400В	0,16	22	5,25×2	52,5	—	ШЛ16×20
ТПП360-220-400В	0,11	22,5	5,4×2	54,4	—	ШЛ12×12,5
ТПП361-220-400В	0,13	32,7	5,3×2	53,4	—	ШЛ12×16
ТПП362-220-400В	0,055	38,3	—	—	—	ШЛ8×8
ТПП363-220-400В	0,08	49,5	—	—	—	ШЛ8×12,5
ТПП364-220-400В	0,2	34,4	—	—	—	ШЛ12×25
ТПП365-220-400В	0,05	199	—	—	—	ШЛ6×10
ТПП366-220-400В	0,06	79,2	—	—	—	ШЛ8×10
ТПП367-220-400В	0,055	78,4	—	—	—	ШЛ8×8
ТПП368-220-400В	0,08	45,2/226	—	—	—	ШЛ8×12,5
ТПП369-220-400В	0,07	75,9	76,3	54,6	54,6	ШЛ10×10
ТПП370-220-400В	0,08	29,3/30,9/32,4	46,2	30,7	-	ШЛ8×12,5
ТПП371-220-400В	0,08	31,5/33/34,6	55,2	-	-	ШЛ8×12,5
ТПП372-220-400В	0,1	51,3/54,1/56,9	54,1	-	-	ШЛ8×16
ТПП373-220-400В	0,2	13×2/5,22×2	13	51,6	51,6	ШЛ12×25
ТПП374-220-400В	0,1	15,4×2	54,3	—	—	ШЛ8×16
ТПП375-220-400В	0,11	7,55×2	—	—	—	ШЛ12×12,5
ТПП376-220-400В	0,08	78,1	78,4	78,8	—	ШЛ8×12,5
ТПП377-220-400В	0,1	18,8×2	33,6	56,8	56,8	ШЛ8×16
ТПП378-220-400В	0,12	33	5,25×2	53,2	—	ШЛ10×16
ТПП379-220-400В	0,08	35,7	54,7	—	—	ШЛ8×12,5
ТПП380-220-400В	0,055	7,12	—	—	—	ШЛ6×12,5
ТПП381-220-400В	0,055	7,18	—	—	—	ШЛ8×8
ТПП382-220-400В	0,08	54,6	15,7×2	55×2	—	ШЛ8×12,5
ТПП383-220-400В	0,16	39,5	51,5	39,5	51,5	ШЛ12×20
ТПП384-220-400В	0,025	6,58	6,58	—	—	ШЛ6×8
ТПП385-220-400В	0,25	113,1	101,9×2	37×5	—	ШЛ16×16
ТПП386-220-400В	0,2	51,6×2	51,6×2	—	—	ШЛ12×25
ТПП387-220-400В	0,2	21,5	5,22×2	52,2	—	ШЛ12×25
ТПП388-220-400В	0,3	33,9	5,21×2	51,3	—	ШЛ16×25
ТПП389-220-400В	0,1	32/33,8/33,5	56	—	—	ШЛ8×16
ТПП390-220-400В	0,11	71/74,7/78,4	53,7	—	—	ШЛ12×12,5
ТПП391-220-400В	0,25	14,4×2/5×2	51,2	—	—	ШЛ16×20
ТПП392-220-400В	0,4	14,4×2/5×2	51,4	—	—	ШЛ16×32
ТПП393-220-400В	0,05	36,7/39,6/42,7	20,6/22,2/ /23,9	—	—	ШЛ8×8
ТПП394-220-400В	0,06	26,1	—	—	—	ШЛ8×10
ТПП395-220-400В	0,05	41,5	54,8	—	—	ШЛ8×8
ТПП396-220-400В	0,12	10,7×2/5,25×2	53;5	—	—	ШЛ10×16
ТПП397-220-400В	0,13	12,6×2	18,1×2	52,7	52,7	ШЛ10×20

Окончание табл. 3.22

Обозначение трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжения вторичных обмоток, В				Обозначение магнитопровода
		II, II^{I}	III, III^{I}	IV, IVк	V, Vк	
ТПП398-220-400В	0,2	34	—	—	—	ШЛ16×16
ТПП399-220-400В	0,1	23	54,5	54,5	—	ШЛ8×16
ТПП400-220-400В	0,1	54	15,5×2	54,5	—	ШЛ8×16
ТПП401-220-400В	0,12	39,8	53,4	—	—	ШЛ10×16
ТПП402-220-400В	0,11	39,7	52,8	—	—	ШЛ12×12,5
ТПП403-220-400В	0,25	21,4	5,17×2	51,6	—	ШЛ16×20
ТПП404-220-400В	0,13	45,1	—	—	—	ШЛ10×20
ТПП405-220-400В	0,13	62,6	—	—	—	ШЛ10×20
ТПП406-220-400В	0,12	38,1	5,87/2,67×2/ /4,81	—	—	ШЛ10×16
ТПП407-220-400В	0,05	47,8	6,85/3,27×2/ /6,25	—	—	ШЛ6×10
ТПП408-220-400В	0,025	97,5/115/132/ /146/172	—	—	—	ШЛ6×8
ТПП409-220-400В	0,16	14,4×2/5,28×2	51,7	51,7	—	ШЛ12×20
ТПП410-220-400В	0,32	14,4×2/5,04×2	51,1	—	—	ШЛ16×20
ТПП411-220-400В	0,1	15,2×2	54,6	—	—	ШЛ10×10
ТПП412-220-400В	0,08	18,7×2	54,8	—	—	ШЛ8×12,5
ТПП413-220-400В	0,2	59,5	51,2	—	—	ШЛ12×25
ТПП414-220-400В	0,05	9,15×2	—	—	—	ШЛ6×10
ТПП415-220-400В	0,13	22,2	52,6	39,9	52,6	ШЛ10×20
ТПП416-220-400В	0,18	13×2/5,15×2	52,4	39,9	52,4	ШЛ12×16
ТПП417-220-400В	0,06	27,8/34,8	-			ШЛ8×10
ТПП418-220-400В	0,055	67,4	56	—	—	ШЛ8×8
ТПП419-220-400В	0,12	13,8×2	52,6×2	22,1	52,6	ШЛ10×16
ТПП420-220-400В	0,16	12,8×2/5×2	13,3×2	51,7	51,7	ШЛ12×20
ТПП421-220-400В	0,45	38,1×2/4,92×2	50,4	—	—	ШЛ20×32
ТПП422-220-400В	0,2	6,49	277	277	14,3	ШЛ12×35
ТПП423-220-400В	0,16	4,96×2	140×2	18,5/21,7/ /25,1/29	—	ШЛ12×20

Электрические схемы. Трансформаторы питания однофазные низковольтные на частоту 400 Гц относятся к группе многообмоточных трансформаторов с многочисленными отводами от первичной обмотки, имеют до шести вторичных обмоток. При эксплуатации трансформаторов первичные и вторичные обмотки могут быть соединены последовательно или параллельно. Схемы возможных соединений обмоток трансформаторов типа ТПП показаны на рис. 3.8.

Варианты подключения трансформаторов питания однофазных низкочастотных на частоту 400 Гц и номинальные напряжения на отводах первичной обмотки приведены в табл. 3.23.

Электрические принципиальные схемы трансформаторов типа ТПП с частотой сети питания 400 Гц показаны на рис. 3.15.

Таблица 3.23. **Напряжения на отводах первичной обмотки и подключение к сети трансформаторов типа ТПП с частотой 400 Гц**

Типономинал трансформатора	Напряжение на отводах, В									
	1—1а	1—2	1—3	1—4	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7	3—4
ТПП6 — ТПП10, ТПП12, ТПП19, ТПП15 — ТПП17, ТПП20, ТПП25, ТПП126, ТПП197, ТПП206 — ТПП208, ТПП210 — ТПП214	—	—	40; 115; 220	—	2,5; 7; 13	—	—	—	—	2,5; 7; 13
ТПП31 — ТПП35, ТПП37, ТПП40, ТПП41, ТПП55, ТПП57, ТПП86, ТПП92,	1,2; 3,5; 6,5	— —	40; 115; 220	—	2,5; 7; 13	—	—	—	—	2,5; 7; 13

Типономинал трансформатора	Напряжение на отводах, В									
	1—1а	1—2	1—3	1—4	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7	3—4
ТПП106, ТПП107, ТПП109 — ТПП111, ТПП113, ТПП121, ТПП122, ТПП131, ТПП133, ТПП198, ТПП215 — ТПП223, ТПП235 — ТПП239, ТПП246 — ТПП257, ТПП268 — ТПП287										
ТПП52, ТПП58, ТПП59, ТПП62, ТПП63, ТПП69 — ТПП71, ТПП73, ТПП74, ТПП76 — ТПП79, ТПП127, ТПП224 — ТПП230	1,3; 3,5; 6,5	—	40; 115; 220	—	2,5; 7; 13	—	—	—	—	2,5; 7; 13
ТПП87, ТПП89 — ТПП91, ТПП93, ТПП95, ТПП231 — ТПП234	1,3; 3,2; 6,5	—	40; 115; 220	—	2,5; 7; 13	—	—	—	—	2,5; 7; 13
ТПП123 — ТПП125, ТПП134, ТПП136, ТПП259 — ТПП262	1 3,5; 13		40; 115; 220		2,5; 7; 13					2,5; 7; 13
ТПП147, ТПП148, ТПП150, ТПП151; ТПП266	1,4; 3,5; 6,2		40; 115; 220		2,5; 7; 13					2,5; 7; 13
ТПП158, ТПП163, ТПП164, ТПП166, ТПП167	—т	—	115; 220	—	6,9; 13,2	—	—	—	—	6,9; 13,2
ТПП1, ТПП2, ТПП4, ТПП11, ТПП13, ТПП14, ТПП21, ТПП23, ТПП28, ТПП30, ТПП31, ТПП38, ТПП44 — ТПП48, ТПП51, ТПП53, ТПП56, ТПП61, ТПП64, ТПП66 — ТПП68, ТПП72, ТПП80, ТПП81, ТПП83 — ТПП85, ТПП88, ТПП94, ТПП96, ТПП99, ТПП100, ТПП102 — ТПП105, ТПП108, ТПП114 — ТПП116, ТПП118 — ТПП120, ТПП132, ТПП135, ТПП138, ТПП141 — ТПП146, ТПП149, ТПП152, ТПП154, ТПП155, ТПП264	—	—	40; 115; 220	—	2,4; 6,9; 13,2	—	—	—	—	2,4; 6,9; 13,2
ТПП170	—	—	220	—	19,8	—	—	—	—	13,2
ТПП196	—	—	220	—	13,2	—	—	—	—	13,2
ТПП179, ТПП180	—	220	—	20	—	—	—	—	—	20
ТПП181, ТПП182, ТПП183	—	—	—	115	—	6,9	—	3,5	—	3,5
ТПП184	—	—	220		20	—	30	—		12,5
ТПП301	—	206,5	220	233,5	—	—	—	—	—	—
ТПП302, ТПП307, ТПП309 — ТПП311, ТПП313, ТПП314,	—	209	220	231	—	—	—	—	—	—

Типономинал трансформатора	Напряжение на отводах, В									
	1—1а	1—2	1—3	1—4	2—3	2—4	2—5	2—6	2—7	3—4
ТПП316 — ТПП319, ТПП322 — ТПП326, ТПП329, ТПП331 — ТПП335, ТПП338, ТПП340, ТПП341, ТПП343 — ТПП352, ТПП356 — ТПП361, ТПП369 — ТПП373, ТПП376 — ТПП379, ТПП382 — ТПП393, ТПП395 — ТПП397, ТПП399 — ТПП403, ТПП408 — ТПП413, ТПП415, ТПП416, ТПП418 — ТПП423	—	209	220	231	—	—	—	—	—	—
ТПП339	—	211	213	215,5	—	—	—	220	—	229
ТПП355	—	5,24	—	—	5,24	209	220	230	—	—
ТПП315	—	209	220	231	—	—	—	198	—	—
ТПП328	—	209	220	231	—	—	198	—	—	—
ТПП374	—	209	220	231	—	—	—	—	198	—
ТПП380	—	2,27	—	—	2,27	209	214	220	225	242
ТПП381	—	2,21	—	—	2,21	209	214	220	226	—
ТПП303, ТПП304	—	5,52	—	—	5,52	198	209	220	231	242
ТПП305, ТПП306	—	5,48	—	—	5,48	198	209	220	231	—
ТПП330, ТПП312	—	5,4	—	—	5,4	198	209	220	231	—
ТПП321, ТПП327	—	5,53	—	—	5,53	198	209	220	231	242
ТПП336	—	5,5	—	—	5,5	198	209	220	231	—
ТПП337	—	5,36	—	—	5,36	198	209	220	231	—
ТПП342	—	5,46	—	—	5,46	198	209	220	231	—
ТПП353	—	5,21	—	—	5,21	198	209	220	231	—
ТПП354	—	5,31	—	—	5,31	198	209	220	231	—
ТПП362	—	5,42	—	—	5,42	198	209	220	231	—
ТПП363	—	5,46	—	—	5,46					
ТПП364		5,29			5,29					
ТПП365		5,52			5,52					
ТПП366		5,37			5,37	198	209	220	231	242
ТПП367		5,47			5,47					
ТПП368		5,48			5,48					
ТПП375		5,58			5,58					
ТПП394	—	5,47	—	—	5,47	198,4	209,2	220	230,7	—
ТПП398		5,57			5,57	197,7	208,9		231,1	
ТПП404		5,68			5,68					
ТПП405		5,69			5,69					
ТПП406		5,35			5,35					
ТПП407		5,57			5,57	198	209	220	231	242
ТПП414		5,49			5,49					
ТПП417		5,51			5,51					

3.3. Трансформаторы типа ТП с частотой сети питания 1000 Гц

Низковольтные трансформаторы типа ТП изготавливают на броневых магнитопроводах мощностью 5...200 В·А с напряжением сети питания 20×2, 40 и 115 В с частотой 1000 Гц. Они предназначены для питания РЭА и функциональных устройств бытовой аппаратуры с применением схем печатного монтажа. Конструктивное исполнение трансформаторов обеспечивает их эксплуатацию в районах с тропическим климатом.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТП показаны на рис. 3.14. Трансформаторы изготавливают на броневых магнитопроводах стандартизованного ряда типов ШЛ и ШЛО. Перечень применяемых магнитопроводов приведен в табл. 3.24.

Конструкция трансформаторов и технология их изготовления способны противостоять механическим и климатическим воздействиям, указанным во второй главе справочника для тропического климата. Она способна сохранять работоспособность при повышенной влажности и во всех случаях температурных воздействий, обеспечивать необходимый запас прочности изоляции обмоток.

Основные конструктивные размеры трансформаторов типа ТП приведены в табл. 3.24.

Трансформаторам присвоено условное обозначение, которое применяется при разработке конструкторской документации и при заказе. В условное обозначение трансформатора входит его сокращенное обозначение и обозначение стандарта или ТУ, по которым производится их поставка потребителю.

Пример записи трансформатора типа ТП для схем печатного монтажа в конструкторской документации: трансформатор ТП86-20-1000Т.

Электрические принципиальные схемы трансформаторов типа ТП показаны на рис. 3.15.

Трансформаторы устанавливают в гнезда печатных плат, изготовленных с шагом сетки 2,5 мм. Предельные отклонения установочных размеров и между осями базового вывода трансформатора и любого другого, показанных на рис. 3.14, равно ±0,05 мм. Базовый вывод обозначен цифрой 0.

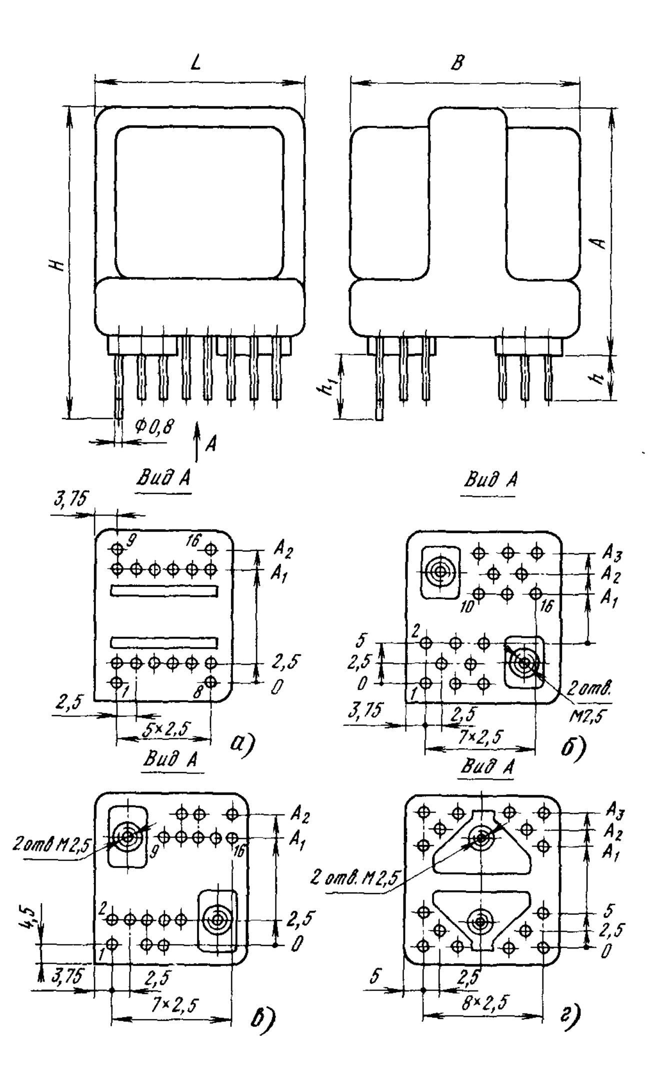


Рис. 3.14. Общий вид трансформаторов питания для схем печатного монтажа типа ТП на частоту 1000 Гц:

а – разметка для установки на печатной плате трансформаторов типа ТП26 – ТП50; *б* – разметка для установки на печатной плате трансформаторов типа ТП76, ТП77; *в* – разметка для установки на печатной плате трансформаторов типа ТП78 – ТП100; *г* – разметка для установки на печатной плате трансформаторов типа ТП126 – ТП150, ТП175 – ТП198

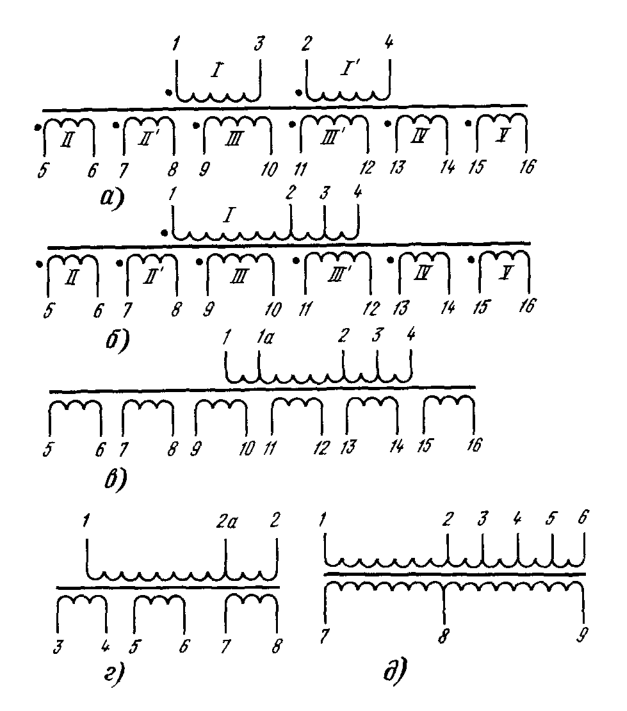


Рис. 3.15. Принципиальные электрические схемы трансформаторов типа ТП и ТПП на частоту сети питания 400 и 1000 Гц:

а – типа ТП с двумя первичными обмотками (напряжение сети подается на выводы 1–3 и 2–4); *б* – типа ТП, ТПП (напряжение сети подается на выводы 1 и 3); *в* – типа ТПП (напряжение сети подается на выводы 1 и 3); *г* – типа ТПП180-220-400 (напряжение сети подается на выводы 1 и 2); *д* – ТПП182-115-400 (напряжение сети подается на выводы 1 и 4)

Таблица 3.24. **Конструктивные размеры трансформаторов типа ТП с частотой сети питания 1000 Гц (размеры в мм)**

Обозначение магнитопровода	Номер рисунка	A	A_1	A_2	A_3	H	L	B	h	h_1	Масса, г, не более
ШЛ4×6,5	3,14, *а*	23	15	17,5	–	32,8	21	26	6,5	9,8	20
ШЛО4×6,5	3.14, *б*	27,5			20	37	25	29	6,2	9,5	30
ШЛО4×6,5	3.14, *в*		17,5	20	–				6,5	9,8	
ШЛО5×6,5	3.14, *г*	29			22,5	38,5	30	33	6,2	9,5	50
ШЛО5×10	3.14, *г*		22,5	25	27,5			36			65

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	–60...+85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре +40 °	До 98 %
Атмосферное давление	780...5 мм рт. ст.
Повышенное атмосферное давление	До 7,7 кПа (790 мм рт. ст.)
Температура перегрева обмоток в нормальных условиях эксплуатации	+55 °С
Циклическое воздействие температур	–60...+140 °С
Температура транспортирования	До –60 °С
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...5000 Гц с ускорением	До 40 *g* (392,4 м/с^2)
Многократные удары с ускорением	До 150 *g* (1471,5 м/с^2)
Одиночные удары с ускорением	До 1000 *g* (9810 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением	До 150 *g* (1471,5 м/с^2)
При морском тумане	Постоянно
При плесневых грибах	Постоянно
При инее и росе	До 10 ч

Основные параметры. Основные электрические параметры трансформаторов питания для схем печатного монтажа на частоту 1000 Гц типа ТП в режиме номинальной нагрузки приведены в табл. 3.25. Электрические параметры трансформаторов в режиме холостого хода приведены в табл. 3.26.

Сопротивление изоляции между обмотками трансформатора и корпусом, а также между самими обмотками в нормальных климатических условиях составляет 10 000 МОм. Сопротивление изоляции между обмотками и корпусом и между обмотками равно 20 МОм. При кратковременном воздействии повышенной влажности сопротивление изоляции снижается до 10 МОм, а при длительном воздействии до 1 МОм. Трансформаторы выдерживают без обрывов в обмотках и изменения тока холостого хода многократное циклическое воздействие температур –60...+140 °С (с учетом перегрева).

Минимвльное значение вероятности безотказной работы трансформаторов в течение 1000 ч при достоверности, равной 0,9, обеспечивается до 0,999.

Для питания применяется сеть переменного тока напряжением 20×2, 40 и 115 В с частотой 1000 Гц. При этом допуск на напряжение сети составляет 5 %. Допускается эксплуатация трансформаторов с номинальным напряжением 40 В от сети 37,6...42,4 В и с номинальным напряжением на 115 В от сети 108...122 В при подаче напряжения на соответствующие отводы. Устойчивая работа трансформаторов обеспечивается при изменении частоты сети питания в пределах 950...5000 Гц.

Напряжение сети питания подается на выводы 1 и 2 или 1 и 4 трансформатора.

Долговечность трансформаторов в режиме номинальной нагрузки составляет 10 000 ч.

Таблица 3.25. **Электрические параметры трансформаторов питания типа ТП для схем печатного монтажа в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжение вторичных обмоток, В		
		первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IV, V
ТП26-20-1000Т	4	0,24	0,8	1	1,25	0,25
ТП26-40-1000Т		0,16				
ТП27-20-1000Т		0,24	0,5	1,5	2	0,5
ТП27-40-1000Т		0,16				

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжение вторичных обмоток, В		
		первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IV, V
ТП28-20-1000Т ТП28-40-1000Т		0,24 0,16	0,32	2,5	31,5	0,65
ТП29-20-1000Т ТП29-40-1000Т		0,24 0,16	0,23	2,5	5	1
ТП30-20-1000Т ТП30-40-1000Т	4	0,24 0,16	0,17	4	6,3	1,2
ТП31-20-1000Т ТП31-40-1000Т		0,24 0,16	0,12	6,3	9	1,4
ТП32-20-1000Т ТП32-40-1000Т		0,24 0,16	0,13	4	10	1
ТП33-20-1000Т ТП33-40-1000Т		0,24 0,16	0,1	8	10	1
ТП34-20-1000Т ТП34-40-1000Т		0,24 0,16	0,097	6,3	12,6	0,097
ТП35-20-1000Т ТП35-40-1000Т		0,24 0,16	0,08	11	12,6	1,4
ТП36-20-1000Т ТП36-40-1000Т		0,24 0,16	0,1	4	14	0,1
ТП37-20-1000Т ТП37-40-1000Т		0,24 0,16	0,081	9	14	1,6
ТП38-20-1000Т ТП38-40-1000Т		0,24 0,16	0,081	7,1	16	1,6
ТП39-20-1000Т ТП39-40-1000Т		0,24 0,16	0,06	12,6	16	1,8
ТП40-20-1000Т ТП40-40-1000Т		0,24 0,16	0,08	5	18	1,4
ТП41-20-1000Т ТП41-40-1000Т	4	0,24 0,16	0,07	10	18	1,6
ТП42-20-1000Т ТП42-40-1000Т		0,24 0,16	0,08	3,15	20	1,6
ТП43-20-1000Т ТП43-40-1000Т		0,24 0,16	0,07	8	20	1,6
ТП44-20-1000Т ТП44-40-1000Т		0,24 0,16	0,05	16	20	2

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжение вторичных обмоток, В		
		первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IV, V
ТП45-20-1000Т	4	0,24	0,05	10	24	2
ТП45-40-1000Т		0,16				
ТП46-20-1000Т		0,24	0,05	14	24	2
ТП46-40-1000Т		0,16				
ТП47-20-1000Т		0,24	0,05	6,3	27	3,15
ТП47-40-1000Т		0,16				
ТП48-20-1000Т		0,24	0,04	22,5	27	3,15
ТП48-40-1000Т		0,16				
ТП49-20-1000Т		0,24	0,04	22,5	27	3,15
ТП49-40-1000Т		0,16				
ТП50-20-1000Т		0,24	0,045	8	31,5	1,6
ТП50-40-1000Т		0,16				
ТП76-20-1000Т	8	0,48	0,16	1	1,25	0,25
ТП76-40-1000Т		0,25				
ТП77-20-1000Т		0,48	1	1,5	2	0,5
ТП77-40-1000Т		0,25				
ТП78-20-1000Т		0,48	0,63	2,5	3,15	0,65
ТП78-40-1000Т		0,25				
ТП79-20-1000Т		0,48	0,47	2,5	5	1
ТП79-40-1000Т		0,25				
ТП80-20-1000Т		0,48	0,35	4	6,3	1,2
ТП80-40-1000Т		0,25				
ТП81-20-1000Т		0,48	0,24	6,3	9	1,4
ТП81-40-1000Т		0,25				
ТП82-20-1000Т		0,48	0,26	4	10	1
ТП82-40-1000Т		0,25				
ТП83-20-1000Т		0,48	0,21	8	10	1
ТП83-40-1000Т		0,25				
ТП84-20-1000Т		0,48	0,19	6,3	12,6	1,6
ТП84-40-1000Т		0,25				
ТП85-20-1000Т		0,48	0,16	11	12,6	1,4
ТП85-40-1000Т		0,25				
ТП86-20-1000Т		0,48	0,2	4	14	1,6
ТП86-40-1000Т		0,25				

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжение вторичных обмоток, В		
		первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IV, V
ТП87-20-1000Т ТП87-40-1000Т	8	0,48 0,25	0,16	9	14	1,6
ТП88-20-1000Т ТП88-40-1000Т		0,48 0,25	0,16	7,1	16	1,6
ТП89-20-1000Т ТП89-40-1000Т		0,48 0,25	0,13	12,6	16	1,8
ТП90-20-1000Т ТП90-40-1000Т		0,48 0,25	0,16	5	18	1,4
ТП91-20-1000Т ТП91-40-1000Т		0,48 0,25	0,13	10	18	1,6
ТП92-20-1000Т ТП92-40-1000Т		0,48 0,25	0,16	3,15	20	1,6
ТП93-20-1000Т ТП93-40-1000Т		0,48 0,25	0,13	8	20	1,6
ТП94-20-1000Т ТП94-40-1000Т		0,48 0,25	0,1	16	20	2
ТП95-20-1000Т ТП95-40-1000Т		0,48 0,25	0,11	10	24	2
ТП96-20-1000Т ТП96-40-1000Т		0,48 0,25	0,1	14	24	2
ТП97-20-1000Т ТП97-40-1000Т		0,48 0,25	0,11	6,3	27	3,15
ТП98-20-1000Т ТП98-40-1000Т		0,48 0,25	0,07	22,5	27	3,15
ТП99-20-1000Т ТП99-40-1000Т		0,48 0,25	0,1	8	31,5	1,6
ТП100-20-1000Т ТП100-40-1000Т		0,48 0,25	0,08	18	31,5	2,5
ТП126-20-1000Т ТП126-40-1000Т ТП126-115-1000Т	16	0,88 0,44 0,15	3,2	1	1,25	0,25
ТП127-20-1000Т ТП127-40-1000Т ТП127-115-1000Т		0,88 0,44 0,15	2	2	1,5	2

Продолжение табл. 3.25

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжение вторичных обмоток, В		
		первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IV, V
ТП128-20-1000Т		0,88				
ТП128-40-1000Т		0,44	1,27	2,5	3,15	0,65
ТП128-115-1000Т		0,15				
ТП129-20-1000Т		0,88				
ТП129-40-1000Т		0,44	0,94	5	2,5	1
ТП129-115-1000Т		0,15				
ТП130-20-1000Т		0,88				
ТП130-40-1000Т		0,44	0,48	6,3	4	1,2
ТП130-115-1000Т		0,15				
ТП131-20-1000Т		0,88				
ТП131-40-1000Т	16	0,44	0,48	6,3	9	1,4
ТП131-115-1000Т		0,15				
ТП132-20-1000Т		0,88				
ТП132-40-1000Т		0,44	0,53	4	10	1
ТП132-115-1000Т		0,15				
ТП133-20-1000Т		0,88				
ТП133-40-1000Т		0,44	0,42	8	10	1
ТП133-115-1000Т		0,15				
ТП134-20-1000Т		0,88				
ТП134-40-1000Т		0,44	0,39	12,6	6,3	1,6
ТП134-115-1000Т		0,15				
ТП135-20-1000Т		0,88				
ТП135-40-1000Т		0,44	0,32	11	12,6	1,4
ТП135-115-1000Т		0,15				
ТП136-20-1000Т		0,88				
ТП136-40-1000Т		0,44	0,41	14	4	1,6
ТП136-115-1000Т		0,15				
ТП137-20-1000Т		0,88				
ТП137-40-1000Т		0,44	0,32	14	9	1,6
ТП137-115-1000Т		0,15				
ТП138-20-1000Т		0,88				
ТП138-40-1000Т		0,44	0,32	16	7,1	1,6
ТП138-115-1000Т		0,15				
ТП139-20-1000Т		0,88				
ТП139-40-1000Т		0,44	0,26	12,6	16	1,8
ТП139-115-1000Т		0,15				
ТП140-20-1000Т	16	0,88				
ТП140-40-1000Т		0,44	0,33	5	18	1,4
ТП140-115-1000Т		0,15				
ТП141-20-1000Т		0,88				
ТП141-40-1000Т		0,44	0,27	18	10	1,6
ТП141-115-1000Т		0,15				
ТП142-20-1000Т		0,88				
ТП142-40-1000Т		0,44	0,32	3,15	20	1,6
ТП142-115-1000Т		0,15				

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжение вторичных обмоток, В		
		первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IV, V
ТП143-20-1000Т	16	0,88	0,27	20	8	1,6
ТП143-40-1000Т		0,44				
ТП143-115-1000Т		0,15				
ТП144-20-1000Т		0,88	0,21	20	16	2
ТП144-40-1000Т		0,44				
ТП144-115-1000Т		0,15				
ТП145-20-1000Т		0,88	0,22	24	10	2
ТП145-40-1000Т		0,44				
ТП145-115-1000Т		0,15				
ТП146-20-1000Т		0,88	0,2	14	24	2
ТП146-40-1000Т		0,44				
ТП146-115-1000Т		0,15				
ТП147-20-1000Т		0,88	0,22	6,3	27	3,15
ТП147-40-1000Т		0,44				
ТП147-115-1000Т		0,15				
ТП148-20-1000Т		0,88	0,15	22,5	27	3,15
ТП148-40-1000Т		0,44				
ТП148-115-1000Т		0,15				
ТП149-20-1000Т		0,88	0,19	8	31,5	1,6
ТП149-40-1000Т		0,44				
ТП149-115-1000Т		0,15				
ТП150-20-1000Т		0,88	0,15	18	31,5	2,5
ТП150-40-1000Т		0,44				
ТП150-115-1000Т		0,15				
Т175-20-1000Т	25	1,4	3,13	1,5	2	0,5
ТП175-40-1000Т		0,71				
ТП175-115-1000Т		0,26				
ТП176-20-1000Т		1,4	1,98	2,5	3,15	0,65
ТП176-40-1000Т		0,71				
ТП176-115-1000Т		0,26				
ТП177-20-1000Т		1,4	1,47	2,5	5	1
ТП177-40-1000Т		0,71				
ТП177-115-1000Т		0,26				
ТП178-20-1000Т		1,4	1,08	4	6,3	1,2
ТП178-40-1000Т		0,71				
ТП178-115-1000Т		0,26				
ТП179-20-1000Т		1,4	0,75	6,3	9	1,4
ТП179-40-1000Т		0,71				
ТП179-115-1000Т		0,26				
ТП180-20-1000Т		1,4	0,83	4	10	1
ТП180-40-1000Т		0,71				
ТП180-115-1000Т		0,26				
ТП181-20-1000Т		1,4	0,66	8	10	1
ТП181-40-1000Т		0,71				
ТП181-115-1000Т		0,26				

Продолжение табл. 3.25

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжение вторичных обмоток, В		
		первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IV, V
ТП182-20-1000Т		1,4				
ТП182-40-1000Т		0,71	0,61	6,3	12,6	1,6
ТП182-115-1000Т		0,26				
ТП183-20-1000Т		1,4				
ТП183-40-1000Т		0,71	0,5	11	12,6	1,4
ТП183-115-1000Т		0,26				
ТП184-20-1000Т	25	1,4				
ТП184-40-1000Т		0,71	0,64	4	14	1,6
ТП184-115-1000Т		0,26				
ТП185-20-1000Т		1,4				
ТП185-40-1000Т		0,71	0,51	9	14	1,6
ТП185-115-1000Т		0,26				
ТП186-20-1000Т		1,4				
ТП186-40-1000Т		0,71	0,5	7,1	16	1,6
ТП186-115-1000Т		0,26				
ТП187-20-1000Т		1,4				
ТП187-40-1000Т		0,71	0,41	12,6	16	1,8
ТП187-115-1000Т		0,26				
ТП188-20-1000Т		1,4				
ТП188-40-1000Т		0,71	0,51	5	18	1,4
ТП188-115-100Т		0,26				
ТП189-20-1000Т		1,4				
ТП189-40-1000Т		0,71	0,42	10	18	1,6
ТП189-115-1000Т		0,26				
ТП190-20-1000Т		1,4				
ТП190-40-1000Т		0,71	0,5	3,15	20	1,6
ТП190-115-1000Т		0,26				
ТП191-20-1000Т		1,4				
ТП191-40-1000Т		0,71	0,42	8	20	1,6
ТП191-115-1000Т		0,26				
ТП192-20-1000Т		1,4				
ТП192-40-1000Т		0,71	0,33	16	20	2
ТП192-115-1000Т		0,26				
ТП193-20-1000Т	25	1,4				
ТП193-40-1000Т		0,71	0,35	10	24	2
ТП193-115-1000Т		0,26				
ТП194-20-1000Т		1,4				
ТП194-40-1000Т		0,71	0,31	14	24	2
ТП194-115-1000Т		0,26				
ТА195-20-1000Т		1,4				
ТП195-40-1000Т		0,71	0,34	6,3	27	3,15
ТП195-115-1000Т		0,26				
ТП196-20-1000Т		1,4				
ТП196-40-1000Т		0,71	0,24	22,5	27	3,15
ТП196-115-1000Т		0,26				

Окончание табл. 3.25

Типономинал трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Ток обмотки, А		Напряжение вторичных обмоток, В		
		первичной	вторичной	II, II′	III, III′	IV, V
ТП197-20-1000Т ТП197-40-1000Т ТП197-115-1000Т		1,4 0,71 0,26	0,3	8	31,5	1,6
ТП198-20-1000Т ТП198-40-1000Т ТП198-115-1000Т	25	1,4 0,71 0,26	0,24	18	31,5	2,5

Таблица 3.26. **Электрические параметры трансформаторов питания типа ТП в режиме холостого хода**

Типономинал трансформатора	Ток вторичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В			Типономинал трансформатора	Ток вторичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IV, V			II, II′	III, III′	IV, V
ТПП26-20-1000Т ТПП26-40-1000Т	0,3 0,15	1	1,27	0,284	ТП38-20-1000Т ТП38-40-1000Т	0,3 0,15	7,5	17,1	1,84
ТП27-20-1000Т ТП27-40-1000Т	0,3 0,15	1,56	2,13	0,56	ТП39-20-1000Т ТП39-40-1000Т	0,3 0,15	13,4	17,2	1,99
ТП28-20-1000Т ТП28-40-1000Т	0,3 0,15	3	3,8	0,71	ТП40-20-1000Т ТП40-40-1000Т	0,3 0,15	5,23	19,2	1,57
ТП29-20-1000Т ТП29-40-1000Т	0,3 0,15	2,68	5,36	1,12	ТП41-20-1000Т ТП41-40-1000Т	0,3 0,15	10,6	19,3	1,69
ТП30-20-1000Т ТП30-40-1000Т	0,3 0,15	4,23	6,76	1,28	ТП42-20-1000Т ТП42-40-1000Т	0,3 0,15	3,24	21,4	1,69
ТП31-20-1000Т ТП31-40-1000Т	0,3 0,15	6,8	9,7	1,56	ТП43-20-1000Т ТП43-40-1000Т	0,3 0,15	8,45	21,4	1,69
ТП32-20-1000Т ТП32-40-1000Т	0,3 0,15	4,25	11,7	1,12	ТП44-20-1000Т ТП44-40-1000Т	0,3 0,15	16,9	21,3	2,12
ТП33-20-1000Т ТП33-40-1000Т	0,3 0,15	8,45	10,9	1,12	ТП45-20-1000Т ТП45-40-1000Т	0,3 0,15	10,6	25,6	2,12
ТП34-20-1000Т ТП34-40-1000Т	0,3 0,15	7,2	14,5	1,75	ТП46-20-1000Т ТП46-40-1000Т	0,3 0,15	14,75	25,6	2,11
ТП35-20-1000Т ТП35-40-1000Т	0,3 0,15	11,7	13,5	1,56	ТП47-20-1000Т ТП47-40-1000Т	0,3 0,15	6,63	28,8	3,36
ТП36-20-1000Т ТП36-40-1000Т	0,3 0,15	4,22	14,9	1,7	ТП48-20-1000Т ТП48-40-1000Т	0,3 0,15	23,7	28,8	3,38
ТП37-20-1000Т ТП37-40-1000Т	0,3 0,15	9,6	16	1,7	ТП49-20-1000Т ТП49-40-1000Т	0,3 0,15	8,45	33,4	1,7

Типономинал трансформатора	Ток вторичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IV, V
ТП50-20-1000Т ТП50-40-1000Т	0,3 0,15	18,6	33,6	2,7
ТП76-20-1000Т ТП76-40-1000Т	0,34 0,17	1,1	1,37	0,274
ТП77-20-1000Т ТП77-40-1000Т	0,34 0,17	1,64	2,06	0,548
ТП78-20-1000Т ТП78-40-1000Т	0,34 0,17	2,62	3,45	0,685
ТП79-20-1000Т ТП79-40-1000Т	0,34 0,17	2,62	5,5	1,1
ТП80-20-1000Т ТП80-40-1000Т	0,34 0,17	4,4	7,03	1,24
ТП81-20-1000Т ТП81-40-1000Т	0,34 0,17	6,78	9,66	1,51
ТП82-20-1000Т ТП82-40-1000Т	0,34 0,17	4,28	10,9	1,1
ТП83-20-1000Т ТП83-40-1000Т	0,34 0,17	8,7	10,9	1,1
ТП84-20-1000Т ТП84-40-1000Т	0,34 0,17	7,1	14,4	1,9
ТП85-20-1000Т ТП85-40-1000Т	0,34 0,17	11,9	13,8	1,53
ТП86-20-1000Т ТП86-40-1000Т	0,34 0,17	4,28	15,9	1,8
ТП87-20-1000Т ТП87-40-1000Т	0,34 0,17	9,8	16	1,78
ТП88-20-1000Т ТП88-40-1000Т	0,34 0,17	7,6	17,3	1,8
ТП89-20-1000Т ТП89-40-1000Т	0,34 0,17	13,4	17,3	1,8
ТП90-20-1000Т ТП90-40-1000Т	0,34 0,17	5,4	19,7	1,51
П91-20-1000Т ТП91-40-1000Т	0,34 0,17	10,8	19,6	1,79

Типономинал трансформатора	Ток вторичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IV, V
ТП92-20-1000Т ТП92-40-1000Т	0,34 0,17	3,45	21,8	1,79
ТП93-20-1000Т ТП93-40-1000Т	0,94 0,17	8,55	21,8	1,79
ТП94-20-1000Т ТП94-40-1000Т	0,34 0,17	17,1	21,7	2,21
ТП95-20-1000Т ТП95-40-1000Т	0,34 0,17	10,8	26,1	2,2
ТП96-20-1000Т ТП96-40-1000Т	0,34 0,17	15	26,2	2,2
ТП97-20-1000Т ТП97-40-1000Т	0,34 0,17	6,84	29,5	3,44
ТП98-20-1000Т ТП98-40-1000Т	0,34 0,17	24,5	29,7	3,57
ТП99-20-1000Т ТП99-40-1000Т	0,34 0,17	8,56	34,2	2,75
ТП100-20-1000Т ТП100-40-1000Т	0,34 0,17	19,5	34,6	2,75
ТП126-20-1000Т ТП126-40-1000Т ТП126-115-1000Т	0,4 0,2 0,07	1,03	1,37	0,34
ТП127-20-1000Т ТП127-40-1000Т ТП127-115-1000Т	0,4 0,2 0,07	2,06	1,55	0,513
ТП128-20-1000Т ТП128-40-1000Т ТП128-115-1000Т	0,4 0,2 0,07	2,58	3,42	0,69
ТП129-20-1000Т ТП129-40-1000Т ТП129-115-1000Т	0,4 0,2 0,07	5,25	2,58	1,03
ТП130-20-1000Т ТП130-40-1000Т ТП130-115-1000Т	0,4 0,2 0,07	6,67	4,28	1,21
ТП131-20-1000Т ТП131-40-1000Т ТП131-115-1000Т	0,4 0,2 0,07	6,6	9,56	1,54
ТП132-20-1000Т ТП132-40-1000Т ТП132-115-1000Т	0,4 0,2 0,07	4,27	10,5	1,03

Продолжение табл. 3.26

Типономинал трансформатора	Ток вторичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IV, V
ТП133-20-1000Т	0,4			
ТП133-40-1000Т	0,2	8,45	10,6	1,03
ТП133-115-1000Т	0,07			
ТП134-20-1000Т	0,4			
ТП134-40-1000Т	0,2	13,5	6,8	1,72
ТП134-115-1000Т	0,07			
ТП135-20-1000Т	0,4			
ТП135-40-1000Т	0,2	11,7	13,5	1,54
ТП135-115-1000Т	0,07			
ТП136-20-1000Т	0,4			
ТП136-40-1000Т	0,2	14,8	4,27	1,71
ТП136-115-1000Т	0,07			
ТП137-20-1000Т	0,4			
ТП137-40-1000Т	0,2	14,9	9,65	1,71
ТП137-115-1000Т	0,07			
ТП138-20-1000Т	0,4			
ТП138-40-1000Т	0,2	17	7,5	1,71
ТП138-115-1000Т	0,07			
ТП139-20-1000Т	0,4			
ТП139-40-1000Т	0,2	13,3	17,1	1,88
ТП139-115-1000Т	0,07			
ТП140-20-1000Т	0,4			
ТП140-40-1000Т	0,2	5,3	19,2	1,54
ТП140-115-1000Т	0,07			
ТП141-20-1000Т	0,4			
ТП141-40-1000Т	0,2	19,1	10,75	1,71
ТП141-115-1000Т	0,07			
ТП142-20-1000Т	0,4			
ТП142-40-1000Т	0,2	3,45	21,5	1,71
ТП142-115-1000Т	0,07			
ТП143-20-1000Т	0,4			
ТП143-40-1000Т	0,2	21,4	8,7	1,71
ТП143-115-1000Т	0,07			
ТП144-20-1000Т	0,4			
ТП144-40-1000Т	0,2	21,3	17,2	2,32
ТП144-115-1000Т	0,07			
ТП145-20-1000Т	0,4			
ТП145-40-1000Т	0,2	25,6	10,8	2,22
ТП145-115-1000Т	0,07			
ТП146-20-1000Т	0,4			
ТП146-40-1000Т	0,2	14,4	25,2	2,05
ТП146-115-1000Т	0,07			
ТП147-20-1000Т	0,4			
ТП147-40-1000Т	0,2	6,5	28,3	3,25
ТП147-115-1000Т	0,07			

Продолжение табл. 3.26

Типономинал трансформатора	Ток вторичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IV, V
ТП148-20-1000Т	0,4			
ТП148-40-1000Т	0,2	23,5	28,5	3,26
ТП148-115-1000Т	0,07			
ТП149-20-1000Т	0,4			
ТП149-40-1000Т	0,2	8,4	33,1	1,71
ТП149-115-1000Т	0,07			
ТП150-20-1000Т	0,4			
ТП150-40-1000Т	0,2	18,8	33,2	2,57
ТП150-115-1000Т	0,07			
ТП175-20-1000Т	0,46			
ТП175-40-1000Т	0,23	1,59	2,13	0,53
ТП175-115-1000Т	0,08			
ТП176-20-1000Т	0,46			
ТП176-40-1000Т	0,23	2,64	3,46	0,79
ТП176-115-1000Т	0,08			
ТП177-20-1000Т	0,46			
ТП177-40-1000Т	0,23	2,64	5,27	1,06
ТП177-115-1000Т	0,08			
ТП178-20-1000Т	0,46			
ТП178-40-1000Т	0,23	4,22	6,6	1,33
ТП178-115-1000Т	0,08			
ТП179-20-1000Т	0,46			
ТП179-40-1000Т	0,23	6,6	9,5	1,6
ТП179-115-1000Т	0,08			
ТП180-20-1000Т	0,46			
ТП180-40-1000Т	0,23	4,22	10,6	1,05
ТП180-115-1000Т	0,08			
ТП181-20-1000Т	0,46			
ТП181-40-1000Т	0,23	8,45	10,55	1,06
ТП181-115-1000Т	0,08			
ТП182-20-1000Т	0,46			
ТП182-40-1000Т	0,23	6,6	13,4	1,6
ТП182-115-1000Т	0,08			
ТП183-20-1000Т	0,46			
ТП183-40-1000Т	0,23	11,6	13,4	1,66
ТП183-115-1000Т	0,08			
ТП184-20-1000Т	0,46			
ТП184-40-1000Т	0,23	4,22	14,8	1,6
ТП184-115-1000Т	0,08			
ТП185-20-1000Т	0,46			
ТП185-40-1000Т	0,23	9,5	14,8	1,6
ТП185-115-1000Т	0,08			
ТП186-20-1000Т	0,46			
ТП186-40-1000Т	0,23	7,4	16,7	1,6
ТП186-115-1000Т	0,08			

Окончание табл. 3.26

Типономинал трансформатора	Ток вторичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В			Типономинал трансформатора	Ток вторичной обмотки, А	Напряжения вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IV, V			II, II′	III, III′	IV, V
ТП187-20-1000Т	0,46				ТП193-20-1000Т	0,46			
ТП187-40-1000Т	0,23	13,2	16,9	1,85	ТП193-40-1000Т	0,23	10,55	25,4	2,1
ТП187-115-1000Т	0,08				ТП193-115-1000Т	0,08			
ТП188-20-1000Т	0,46				ТП194-20-1000Т	0,46			
ТП189-40-1000Т	0,23	5,28	18,7	1,6	ТП194-40-1000Т	0,23	14,55	25,3	2,1
ТП189-115-1000Т	0,08				ТП194-115-1000Т	0,08			
ТП189-20-1000Т	0,46				ТП195-20-1000Т	0,46			
ТП189-40-1000Т	0,23	10,55	19	1,6	ТП195-40-1000Т	0,23	6,85	28,5	3,42
ТП189-115-1000Т	0,08				ТП195-115-1000Т	0,08			
ТП190-20-1000Т	0,46				ТП196-20-1000Т	0,46			
ТП190-40-1000Т	0,23	3,17	20,9	1,6	ТП196-40-1000Т	0,23	23,4	28,5	3,43
ТП190-115-1000Т	0,08				ТП196-115-1000Т	0,08			
ТП191-20-1000Т	0,46				ТП197-20-1000Т	0,46			
ТП191-40-1000Т	0,23	8,2	21,1	1,6	ТП197-40-1000Т	0,23	8,45	33	1,6
ТП191-115-1000Т	0,08				ТП197-115-1000Т	0,08			
ТП192-20-1000Т	0,46				ТП198-20-1000Т	0,46			
ТП192-40-1000Т	0,23	16,7	21,1	2,1	ТП198-40-1000Т	0,23	19	33,2	2,64
ТП192-115-1000Т	0,08				ТП198-115-1000Т	0,08			

Глава четвертая

ТРАНСФОРМАТОРЫ СОГЛАСУЮЩИЕ

Рассматриваемые в настоящей главе трансформаторы образуют большую группу сигнальных трансформаторов малой мощности, предназначенных для выполнения определенных функций в электрических цепях блоков, узлов и устройств РЭА. В частности, к данной группе можно отнести согласующие сигнальные трансформаторы: непрерывных сигналов; импульсные; широкополосные; узкополосные; резонансные; звуковой частоты; непрерывных сигналов низкой частоты; высокой частоты; входные и выходные; развязывающие и некоторые другие виды.

В соответствии с принятой классификацией и установленной терминологией *согласующими сигнальными трансформаторами называются сигнальные трансформаторы, предназначенные для согласования различных полных сопротивлений электрических цепей при преобразовании и передачи электрических сигналов.*

Согласующие сигнальные трансформаторы применяются чаще всего в выходных каскадах усилителей звуковой частоты (УЗЧ) для согласования сопротивлеиия нагрузки с выходным сопротивлением выходного каскада. Для межкаскадной связи согласующие сигнальные трансформаторы применяют, когда требуется большая амплитуда тока на выходе каскада. В данном случае использование согласующего сигнального трансформатора на входе выходного каскада УЗЧ позволит значительно повысить усиление мощности сигнала и снизить расход энергии питания. Кроме того, в предвыходном каскаде может быть применен транзистор меньшей мощности. Межкаскадный трансформатор необходим также при очень низком входном сопротивлении следующего каскада. На входе УЗЧ согласующие сигнальные трансформаторы применяются тогда, когда источник сигнала имеет малое выходное сопротивление и развивает малую ЭДС или при необходимости симметрирования входной цепи. Малогабаритные согласующие сигнальные трансформаторы предназначены для согласования внутреннего сопротивления источника сигнала с входным сопротивлением каскадов УЗЧ, выполненных на полупроводниковых приборах. Они используются в низкочастотных трактах РЭА промышленного и бытового назначения.

Низкочастотные согласующие трансформаторы предназначены, как правило, для работы в устройствах на полупроводниковых приборах и интегральных микросхемах или в любой другой комбинации с применением электровакуумных приборов. Промышленностью изготавливаются низкочастотные трансформаторы на броневых, стержневых и кольцевых магнитопроводах из электротехнических сталей, карбонильного железа, железоникелевых и других сплавов. Работают низкочастотные трансформаторы в широком диапазоне частот, в различных климатических зонах и при воздействии различных механических нагрузок. Многообразие внешних воздействующих факторов определяют большое число типов и типоразмеров согласующих трансформаторов. К ним относятся: трансформаторы типов: ТНС, ТМ, ТВЗ, ТВЛ, ТОЛ, ТВТ, ТОТ, Т, ММТС-1М, ММТС-2М и др.

4.1. Трансформаторы согласующие типа ТОТ

Трансформаторы согласующие сигналы низкой частоты типа ТОТ предназначены для работы в УЗЧ бытового и промышленного назначения, изготавливаемых в виде самостоятельных сборочных единиц или в составе бытовой РЭА. Они используются в устройствах низкочастотных трактов, выполненных на полупроводниковых и электровакуумных приборах в аппаратуре с печатным монтажом.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры согласующих трансформаторов типа ТОТ показаны на рис. 4.1–4.4 и в табл. 4.1.

Конструкция трансформаторов, а также технология их изготовления и установки на печатной плате с заливкой и лакированием устойчиво противостоят механическим и климатическим воздействиям, подробно рассмотренным в первой главе и параграфе конкретных условий эксплуатации.

Трансформаторы типа ТОТ разработаны специально для схем печатного монтажа. Расположение выводов трансформаторов подобно цоколевке электровакуумных приборов и реле; имеется ключ и дополнительная маркировка первого вывода на боковой поверхности трансформатора (красная точка). Отсчет выводов производится по часовой стрелке со стороны монтажа. При этом первый вывод расположен в левом верхнем углу. Каркас трансформаторов получает дополнительную жесткость от армирования его жесткими выводами, расстояние между которыми равно шагу координатной сетки печатной платы.

При установке трансформаторов на печатной плате выводы пропускают в отверстия, подгибают вдоль печатных проводников на 2...3 мм и припаивают. Трансформаторы типоразмеров ТОТ1–ТОТ35 устанавливают на печатной плате с помощью распайки выводов без дополнительного крепления винтами. Все остальные типоразмеры трансформаторов монтируют с помощью дополнительного крепления винтами.

При изготовлении трансформаторов типа ТОТ применяют магнитопроводы броневой конструкции, изготавливаемые из холоднокатаной ленты с высокой магнитной проницаемостью и повышенной индукцией технического насыщения марки 50Н. Магнитные параметры сплава 50Н рассмотрены в табл. 1.30.

Перечень применяемых магнитопроводов и предельная масса трансформаторов типа ТОТ приведены в табл. 4.2.

При воздействии на трансформатор механических и различных климатических факторов конструкция обеспечивает необходимый запас электрической прочности изоляции обмоток.

Трансформаторам присвоено сокращенное обозначение – ТОТ, где первая буква Т обозначает "трансформатор", О – выходной (оконечный), третья буква Т – транзисторный. Трансформаторы, залитые в корпус, обозначаются дополнительно буквой М.

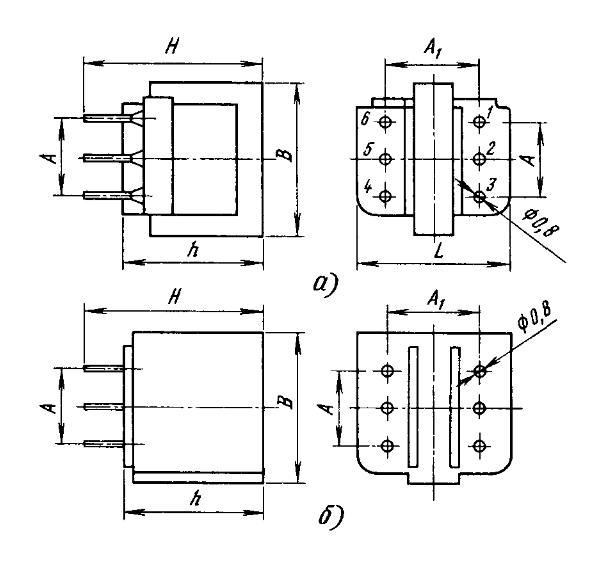


Рис. 4.1. Общий вид трансформаторов типа ТОТ:

а – типа ТОТ1 – ТОТ35; *б* – типа ТОТ1М – ТОТ35М

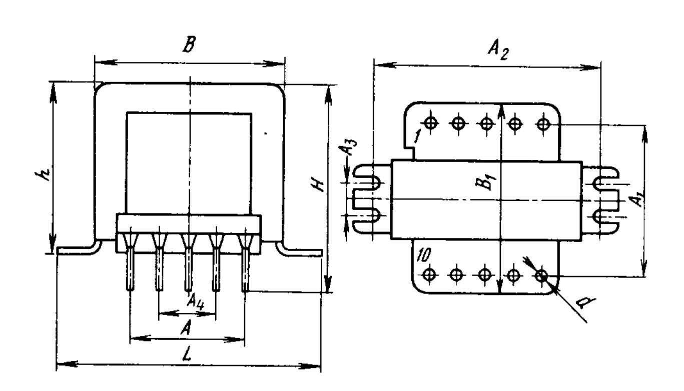


Рис. 4.3. Общий вид трансформаторов типов ТОТ154 – ТОТ189, ТОЛ55 – ТОЛ72

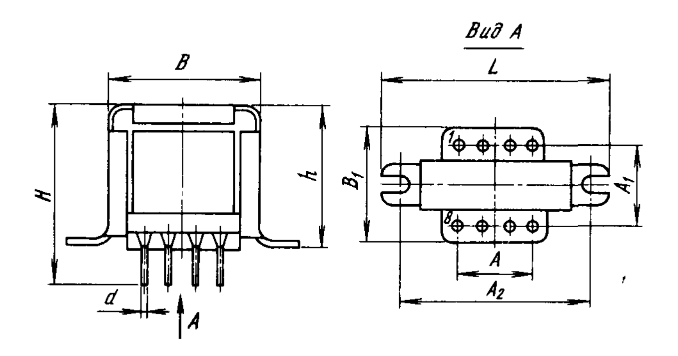


Рис. 4.2. Общий вид трансформаторов типов ТОТ36 – ТОТ153, ТОЛ1 – ТОЛ42

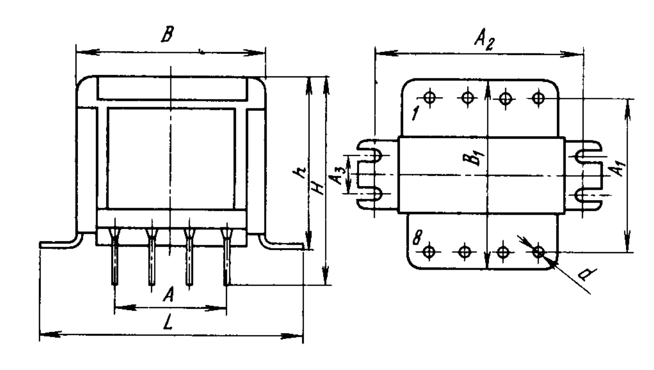


Рис. 4.4. Общий вид трансформаторов типов ТОТ202 – ТОТ219, ТОЛ43 – ТОЛ54

Т а б л и ц а 4.1. **Конструктивные размеры согласующих трансформаторов типа ТОТ**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	A_2, мм	A_3, мм	B, мм	B_1, мм	L, мм	H, мм	h, мм	d, мм
ТОТ1 – ТОТ35	4.1, *а*	6	9	–	–	15	–	14	22	15	0,8
ТОТ1М – ТОТ35М	4.1, *б*	6	9	–	–	15	–	14	22	15	0,8
ТОТ36 – ТОТ60	4.2	9	12	25	–	22	17	30	22,5	19	0,8
ТОТ61 – ТОТ85	4.2	9	15	25	–	22	21	30	22,5	19	0,8
ТОТ86 – ТОТ129	4.2	9	18	34	–	27	23	40	32,5	26	0,8
ТОТ130 – ТОТ153	4.2	18	24	42	–	36	31	48	39,5	33	1
ТОТ154 – ТОТ189	4.3	24	36	52	10	46	43	56	47	40	1
ТОТ202 – ТОТ219	4.4	27	45	58	12	52	52	66	54,5	48	1,5

Т а б л и ц а 4.2. **Перечень магнитопроводов, применяемых в выходных трансформаторах типа ТОТ**

Обозначение трансформатора	Обозначение магнитопровода	Марка материала магнитопровода	Масса, г, не более
ТОТ1 – ТОТ35 ТОТ1М – ТОТ35М	ШВ3×4	50Н	9
ТОТ36 – ТОТ60	ШВ4×4		18
ТОТ61 – ТОТ85	ШВ4×8		27
ТОТ86 – ТОТ129	ША6×8		45
ТОТ130 – ТОТ153	ША8×10		100
ТОТ154 – ТОТ189	ША10×10		280
ТОТ202 – ТОТ219	ША12×12,5		350

Трансформаторам присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. Условное обозначение состоит из слова "Трансформатор", обозначения его типа, типономинала, буквы М (для трансформаторов, залитых в корпус) и обозначения стандарта или ТУ. Пример условного обозначения трансформатора, залитого в корпус, с порядковым номером 30: трансформатор ТОТ30М.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды . . . . . –60...+125 °С

Повышенная температура окружающей среды:

рабочая . . . . +125 °С

предельная . . . . +70 °С

Пониженная температура окружающей среды:

рабочая . . . . –60 °С

предельная . . . . –60 °С

Смена температур от предельной пониженной температуры до рабочей повышенной . . . . –60...+125 °С

Относительная влажность воздуха при температуре +25 °С . . . . 98 %

Степень жесткости по ГОСТ 20.57.406–81 VI

Атмосферное пониженное давление:

рабочее . . . . 0,67 кПа (5 мм рт. ст.)

предельное . . . . 12,1 кПа (90 мм. рт. ст.)

Атмосферное повышенное давление . . . 297 кПа (3 кгс/см^2)

Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 1...2000 Гц с ускорением . . . . . . До 10 g (98,1 м/с^2)

Многократные удары длительностью 1...5 мс с ускорением . . . . До 150 g (1472 м/с^2

Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением . . . . До 1000 g (9810 м/с^2)

Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением . . . . До 500 g (4905 м/с^2)

Акустические шумы в диапазоне частот 50...10 000 Гц с уровнем звукового давления . . . . 160 дБ

Основные параметры. Электрические принципиальные схемы выходных согласующих трансформаторов типа ТОТ показаны на рис. 4.5. Основные электромагнитные параметры трансформаторов приведены в табл. 4.3 и 4.4. Расчетные значения коэффициентов трансформации, определяемые по известным формулам через соотношение числа витков первичных и вторичных обмоток, приведены в табл. 4.5.

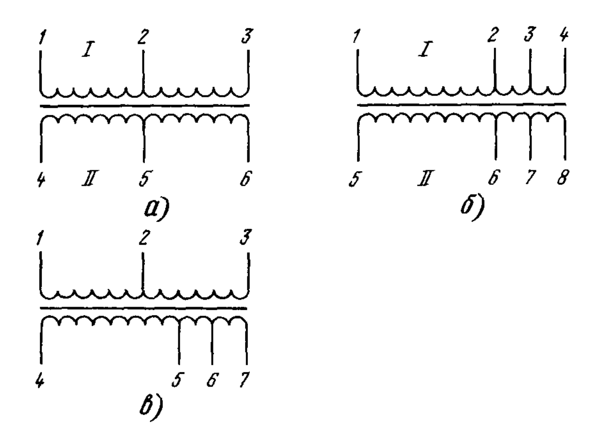


Рис. 4.5. Принципиальные электрические схемы трансформаторов типов:
а – ТОТ1 – ТОТ35; *б* – ТОТ36 – ТОТ189, ТОЛ1 – ТОЛ54; *в* – ТОТ202 – ТОТ219, ТОЛ55 – ТОЛ72

Таблица 4.3. **Основные электромагнитные параметры трансформаторов типа ТОТ**

Обозначение трансформатора	Сопротивление входное, Ом, на выводах		Сопротивление нагрузки на выводах, Ом		Сопротивление обмоток постоянному току, Ом, при +20 °С		Индуктивность, Гн		Максимальное напряжение первичной обмотки, В
	1–2	1–3	4–5	4–6	первичной	вторичной	первичной обмотки	рассеяния	
ТОТ1, ТОТ1М			4	16		0,8×2			
ТОТ2, ТОТ2М			8	32		1,4×2			
ТОТ3, ТОТ3М			64	256		13×2			
ТОТ4, ТОТ4М	360	1440	125	500	70×2	27×2	0,5	0,034	3×2
ТОТ5, ТОТ5М			250	1000		59,5×2			
ТОТ6, ТОТ6М			500	2000		104×2			
ТОТ7, ТОТ7М			1000	4000		272×2			
ТОТ, ТОТМ			4	16		0,8×2			
ТОТ9, ТОТ9М			8	32		1,4×2			
ТОТ10, ТОТ10М			64	256		13×2			
ТОТ11, ТОТ11М	720	2880	125	500	143×2	24,6×2	1	0,07	4,2×2
ТОТ12, ТОТ12М			250	1000		58,5×2			
ТОТ13, ТОТ13М			500	2000		104×2			
ТОТ14, ТОТ14М			1000	4000		273×2			
ТОТ15, ТОТ15М			4	16		0,7×2			
ТОТ16, ТОТ16М			8	16		1,4×2			
ТОТ17, ТОТ17М			64	256		13×2			
ТОТ18, ТОТ18М	1400	5600	125	500	312×2	24,6×2	2	0,13	5,7×2
ТОТ19, ТОТ19М			250	1000		58,5×2			
ТОТ20, ТОТ20М			500	2000		104×2			
ТОТ21, ТОТ21М			1000	4000		273×2			
ТОТ22, ТОТ22М			4	16		0,7×2			
ТОТ23, ТОТ23М			8	32		1,4×2			
ТОТ24, ТОТ24М	2800	11200	64	256	440×2	13×2	3,8	0,25	8×2
ТОТ25, ТОТ25М			125	500		24,6×2			
ТОТ26, ТОТ26М			250	1000		58,5×2			
ТОТ27, ТОТ27М			500	2000		104×2			
ТОТ28, ТОТ28М			1000	4000		272×2			
ТОТ29, ТОТ29М			4	16		0,7×2			
ТОТ30, ТОТ30М			8	32		1,4×2			
ТОТ31, ТОТ31М			64	256		13×2			
ТОТ32, ТОТ32М	5600	22400	125	500	1100×2	24,6×2	7,8	0,5	11×2
ТОТ33, ТОТ33М			250	1000		58,5×2			
ТОТ34, ТОТ34М			500	2000		104×2			
ТОТ35, ТОТ35М			1000	4000		273×2			

Таблица 4.4. **Основные электромагнитные параметры выходных трансформаторов типов ТОТ36–ТОТ189, ТОТ202–ТОТ219**

Обозначение трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Входное сопротивление на выводах, Ом			Сопротивление нагрузки на выводах, Ом			Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С		Индуктивность, Гн		Ток подмагничивания, мА	Максимальное напряжение первичной обмотки, В
		1–2	1–3	1–4	5–6	5–7	5–8	первичной	вторичной	первичной обмотки	рассеяния		
ТОТ36					4	9	16		0,6×2				
ТОТ37					32	72	128		4,5×2				
ТОТ38	0,1	425	950	1700	64	142	256	34×2	8,4×2	0,5	0,034	0,5	6,5×2
ТОТ39					512	1125	2000		71×2				
ТОТ40					1020	2250	4000		162×2				

Продолжение табл. 4.4

Обозначение трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Входное сопротивление на выводах, Ом			Сопротивление нагрузки на выводах, Ом			Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С		Индуктивность, Гн		Ток подмагничивания, мА	Максимальное напряжение первичной обмотки, В
		1–2	1–3	1–4	5–6	5–7	5–8	первичной	вторичной	первичной обмотки	рассеяния		
ТОТ41					4	9	16		0,6×2				
ТОТ42					32	72	128		4,5×2				
ТОТ43		590	1350	2400	64	142	256	65×2	8,4×2	0,7	0,05		7,5×2
ТОТ44					512	1125	2000		71×2				
ТОТ45					1020	2250	4000		162×2				
ТОТ46					4	9	16		0,6×2				
ТОТ47					32	72	128		4,5×2				
ТОТ48		835	1900	3300	64	142	256	104×2	8,4×2	1	0,07		9×2
ТОТ49					512	1125	2000		71×2				
ТОТ50	0,1				1020	2250	4000		162×2			0,5	
ТОТ51					4	9	16		0,6×2				
ТОТ52					32	72	128		4,5×2				
ТОТ53		1200	2700	4600	64	142	256	169×2	8,4×2	1,4	0,1		10×2
ТОТ54					512	1125	2000		71×2				
ТОТ55					1020	2250	4000		162×2				
ТОТ56					4	9	16		0,6×2				
ТОТ57		1700	3800	6500	32	72	128	286×2	4,5×2	2	0,13		12×2
ТОТ58					64	142	256		8,4×2				
ТОТ59					512	1125	2000		71×2				
ТОТ60	0,1	1700	3800	6500	1020	2250	4000	286×2	162×2	2	0,13	0,5	12×2
ТОТ61					4	9	16		0,4×2				
ТОТ62					32	72	128		3×2				
ТОТ63		425	950	1700	64	142	256	35×2	6×2	0,5	0,034		10×2
ТОТ64					512	1125	2000		60×2				
ТОТ65					1020	2250	4000		123×2				
ТОТ66					4	9	16		0,4×2				
ТОТ67					32	72	128		3×2				
ТОТ68		590	1350	2400	64	142	256	58×2	6×2	0,7	0,05		12×2
ТОТ69					512	1125	2000		60×2				
ТОТ70	0,25				1020	2250	4000		123×2			1	
ТОТ71					4	9	16		0,4×2				
ТОТ72					32	72	128		3×2				
ТОТ73		835	1900	3300	64	142	256	103×2	6×2	1	0,07		14×2
ТОТ74					512	1125	2000		60×2				
ТОТ75					1020	2250	4000		123×2				
ТОТ76					4	9	16		0,4×2				
ТОТ77					32	72	128		3×2				
ТОТ78		1200	2700	4600	64	142	256	102×2	6×2	1,4	0,1		17×2
ТОТ79					512	1125	2000		60×2				
ТОТ80					1020	2250	4000		123×2				
ТОТ81	0,25				4	9	16		0,4×2			1	
ТОТ82					32	72	128		3×2				
ТОТ83		1700	3800	6500	64	142	256	423×2	6×2	2	0,13		21×2
ТОТ84					512	1125	2000		60×2				
ТОТ85					1020	2250	4000		123×2				
ТОТ86					4	9	16		0,45×2				
ТОТ87					32	72	128		4×2				

Обозначение трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Входное сопротивление на выводах, Ом			Сопротивление нагрузки на выводах, Ом			Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С		Индуктивность, Гн		Ток подмагничивания, мА	Максимальное напряжение первичной обмотки, В
		1–2	1–3	1–4	5–6	5–7	5–8	первичной	вторичной	первичной обмотки	рассеяния		
ТОТ88	0,63	425	950	1700	64	142	256	50×2	8×2	0,6	0,034	2,5	16×2
ТОТ89					512	1125	2000		65×2				
ТОТ90					1020	2250	4000		130×2				
ТОТ91		590	1350	2400	4	9	16	70×2	0,45×2	0,85	0,05		19×2
ТОТ92					32	72	128		4×2				
ТОТ93					64	142	256		8×2				
ТОТ94					512	1125	2000		65×2				
ТОТ95					1020	2250	4000		130×2				
ТОТ96		835	1900	3300	4	9	16	105×2	0,45×2	1,15	0,07	2,5	22×2
ТОТ97					32	72	128		4×2				
ТОТ98					64	142	256		8×2				
ТОТ99					512	1125	2000		65×2				
ТОТ100					1020	2250	4000		130×2				
ТОТ101		1200	2750	4600	4	9	16	150×2	0,45×2	1,6	0,1		27×2
ТОТ102					32	72	128		4×2				
ТОТ103					64	142	256		8×2				
ТОТ104					512	1125	2000		65×2				
ТОТ105					1020	2250	4000		130×2				
ТОТ106	1	150	330	590	4	5,6	8	18×2	0,65	0,22	0,012	4	12×2
ТОТ107					11,2	16	22,4		1,8				
ТОТ108					32	45	64		5				
ТОТ109					90	126	180		14,5				
ТОТ110					256	360	512		48				
ТОТ111					720	1020	1440		125				
ТОТ112		210	475	850	4	5,6	8	23×2	0,65	0,3	0,017		14×2
ТОТ113					11,2	16	22,8		1,8				
ТОТ114					32	45	64		5				
ТОТ115					90	126	180		14,5				
ТОТ116					256	360	512		48				
ТОТ117					720	1020	1440		125				
ТОТ118		300	600	1174	4	5,6	8	30×2	0,65	0,41	0,024	4	17×2
ТОТ119					11,2	16	22,4		1,8				
ТОТ120					32	45	64		5				
ТОТ121					90	126	180		14,5				
ТОТ122					256	360	512		48				
ТОТ123					720	1020	1440		125				
ТОТ124		425	950	1700	4	5,6	8	45×2	0,65	0,6	0,034		21×2
ТОТ125					11,2	16	22,4		1,8				
ТОТ126					32	45	64		5				
ТОТ127					90	126	180		14,5				
ТОТ128					256	360	512		48				
ТОТ129					720	1020	1440		125				
ТОТ130		106	240	425	4	5,6	8	6×2	0,3	0,13	0,008		16×2
ТОТ131					11,2	16	22,4		0,85				
ТОТ132					32	45	64		2,5				
ТОТ133					90	126	180		6,7				
ТОТ134					256	360	512		19,5				
ТОТ135					720	1020	1440		57				

Обозначение трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Входное сопротивление на выводах, Ом			Сопротивление нагрузки на выводах, Ом			Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С		Индуктивность, Гн		Ток подмагничивания, мА	Максимальное напряжение первичной обмотки, В
		1–2	1–3	1–4	5–6	5–7	5–8	первичной	вторичной	первичной обмотки	рассеяния		
ТОТ136					4	5,6	8		0,3				
ТОТ137					11,2	16	22,4		0,85				
ТОТ138		150	330	590	32	45	64	10,2×2	2,5	0,18	0,012		19×2
ТОТ139					90	126	180		6,7				
ТОТ140					256	360	512		19,5				
ТОТ141	2,5				720	1020	1440		57			6	
ТОТ142					4	5,6	8		0,3				
ТОТ143					11,2	16	22,4		0,85				
ТОТ144		210	475	850	32	45	64	14,6×2	2,5	0,25	0,017		22×2
ТОТ145					90	126	180		6,7				
ТОТ146					256	360	512		19,5				
ТОТ147					720	1020	1440		57				
ТОТ148					4	5,6	8		0,3				
ТОТ149					11,2	16	22,4		0,85				
ТОТ150					32	45	64		2,5				
ТОТ151		300	660	1175	90	126	180	22×2	6,7	0,35	0,024		27×2
ТОТ152					256	360	512		19,5				
ТОТ153					720	1020	1440		57				
ТОТ154					4	5,6	8		0,3				
ТОТ155					11,2	16	22,4		0,86				
ТОТ156		38	85	150	32	45	64	1,2×2	2,4	0,045	0,0034		19×2
ТОТ157					90	126	180		6,7				
ТОТ158					256	360	512		20,8				
ТОТ159					720	1020	1440		65				
ТОТ160					4	5,6	8		0,3				
ТОТ161					11,2	16	22,4		0,86				
ТОТ162		53	118	210	32	45	64	1,7×2	2,4	0,06	0,0045		22×2
ТОТ163					90	126	180		6,7				
ТОТ164					256	360	512		20,8				
ТОТ165					720	1020	1440		65			10	
ТОТ166	10				4	5,6	8		0,3				
ТОТ167					11,2	16	22,4		0,86				
ТОТ168					32	45	64		2,4				
ТОТ169		74	167	296	90	126	180	2,1×2	6,7	0,09	0,006		27×2
ТОТ170					256	360	512		20,8				
ТОТ171					720	1020	1440		65				
ТОТ172					4	5,6	8		0,3				
ТОТ173					11,2	16	22,4		0,86				
ТОТ174		106	240	425	32	45	64	3,6×2	2,4	0,13	0,008		32×2
ТОТ175					90	126	180		6,7				
ТОТ176					256	360	512		20,8				
ТОТ177					720	1020	1440		65				
ТОТ178					4	5,6	8		0,3				
ТОТ179					11,2	16	22,4		0,86				
ТОТ180		150	330	590	32	45	64	5,6×2	2,4	0,18	0,012		40×2
ТОТ181					90	126	180		6,7				
ТОТ182					256	360	512		20,8				
ТОТ183					720	1020	1440		65				
ТОТ184					4	5,6	8		0,3				

Окончание табл. 4.4

Обозначение трансформатора	Номинальная мощность, В·А	Входное сопротивление на выводах, Ом			Сопротивление нагрузки на выводах, Ом			Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С		Индуктивность, Гн		Ток подмагничивания, мА	Максимальное напряжение первичной обмотки, В
		1–2	1–3	1–4	5–6	5–7	5–8	первичной	вторичной	первичной обмотки	рассеяния		
ТОТ185					11,2	16	22,4		0,86				
ТОТ186					32	45	64		2,4				
ТОТ187	10	210	475	850	90	126	180	7,8×2	6,7	0,25	0,017	10	48×2
ТОТ188					256	360	512		20,8				
ТОТ189					720	1020	1440		65				
ТОТ202					4	5,6	8		0,23				
ТОТ203					11,2	16	22,4		0,6				
ТОТ204		13	53	–	32	45	64	0,34×2	1,7	0,017	0,0017		19×2
ТОТ205					90	126	180		5,6				
ТОТ206					256	360	512		17				
ТОТ207					720	1020	1440		49				
ТОТ208	25				4	5,6	8		0,23			50	
ТОТ209					11,2	16	22,4		0,6				
ТОТ210		19	75	–	32	45	64	0,5×2	1,7	0,025	0,0025		22×2
ТОТ211					90	126	180		5,6				
ТОТ212					256	360	512		17				
ТОТ213					720	1020	1440		49				
ТОТ214					4	5,6	8		0,23				
ТОТ215					11,2	16	22,4		0,6				
ТОТ216		26,5	106	–	32	45	64	0,8×2	1,7	0,035	0,0035		27×2
ТОТ217					90	126	180		5,6				
ТОТ218					126	360	512		17				
ТОТ219					720	1020	1440		49				

Таблица 4.5. **Расчетные значения коэффициентов трансформации трансформаторов типа ТОТ**

Типономинал трансформатора	Число витков первичной обмотки	Коэффициент трансформации								
		n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9
ТОТ1		0,06	0,12	0,12	0,24	–	–	–	–	–
ТОТ2		0,085	0,17	0,17	0,34	–	–	–	–	–
ТОТ3		0,24	0,48	0,48	0,96	–	–	–	–	–
ТОТ4	380×2	0,34	0,68	0,68	1,35	–	–	–	–	–
ТОТ5		0,48	0,96	0,96	1,92	–	–	–	–	–
ТОТ6		0,67	1,35	1,35	2,7	–	–	–	–	–
ТОТ7		0,95	1,9	1,9	3,8	–	–	–	–	–
ТОТ8		0,043	0,085	0,085	0,17	–	–	–	–	–
ТОТ9		0,06	0,12	0,12	0,24	–	–	–	–	–
ТОТ10		0,17	0,34	0,34	0,68	–	–	–	–	–
ТОТ11	535×2	0,24	0,48	0,48	0,96	–	–	–	–	–
ТОТ12		0,34	0,68	0,68	1,35	–	–	–	–	–
ТОТ13		0,48	0,96	0,96	1,92	–	–	–	–	–
ТОТ14		0,67	1,35	1,35	2,7	–	–	–	–	–
ТОТ15		0,031	0,061	0,061	0,122	–	–	–	–	–
ТОТ16		0,043	0,087	0,087	0,174	–	–	–	–	–
ТОТ17		0,12	0,24	0,24	0,48	–	–	–	–	–
ТОТ18	750×2	0,17	0,34	0,34	0,68	–	–	–	–	–
ТОТ19		0,24	0,48	0,48	0,96	–	–	–	–	–

Продолжение табл. 4.5

Типономинал трансфор-матора	Число витков первичной обмотки	Коэффициент трансформации								
		n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9
ТОТ20		0,34	0,68	0,68	1,36	–	–	–	–	–
ТОТ21		0,48	0,96	0,96	1,92	–	–	–	–	–
ТОТ22	1060×2	0,022	0,043	0,043	0,087	–	–	–	–	–
ТОТ23		0,031	0,061	0,061	0,122	–	–	–	–	–
ТОТ24		0,085	0,17	0,17	0,34	–	–	–	–	–
ТОТ25		0,12	0,24	0,24	0,48	–	–	–	–	–
ТОТ26		0,17	0,34	0,34	0,68	–	–	–	–	–
ТОТ27		0,24	0,48	0,48	0,96	–	–	–	–	–
ТОТ28		0,34	0,68	0,68	1,35	–	–	–	–	–
ТОТ29	1500×2	0,015	0,03	0,03	0,06	–	–	–	–	–
ТОТ30		0,022	0,043	0,043	0,086	–	–	–	–	–
ТОТ31		0,06	0,12	0,12	0,24	–	–	–	–	–
ТОТ32		0,085	0,17	0,17	0,34	–	–	–	–	–
ТОТ33		0,12	0,24	0,24	0,48	–	–	–	–	–
ТОТ34		0,17	0,34	0,34	0,68	–	–	–	–	–
ТОТ35		0,24	0,48	0,48	0,96	–	–	–	–	–
ТОТ36	420×2	0,054	0,08	0,107	0,072	0,107	0,143	0,107	0,16	0,214
ТОТ37		0,15	0,22	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,45	0,6
ТОТ38		0,21	0,31	0,42	0,28	0,42	0,56	0,42	0,62	0,84
ТОТ39		0,6	0,9	1,2	0,8	1,2	1,6	1,9	1,8	2,4
ТОТ40		0,8	1,2	1,6	1,08	1,6	2,1	1,6	2,4	3,2
ТОТ41	500×2	0,045	0,067	0,09	0,06	0,09	0,12	0,09	0,134	0,18
ТОТ42		0,125	0,19	0,25	0,17	0,25	0,33	0,25	0,37	0,5
ТОТ43		0,175	0,26	0,35	0,23	0,35	0,47	0,35	0,52	0,7
ТОТ44		0,5	0,75	1	0,67	1	1,3	1	1,5	2
ТОТ45		0,65	1	1,3	0,9	1,3	1,8	1,3	2	2,6
ТОТ46	600×2	0,038	0,056	0,075	0,05	0,075	0,1	0,075	0,11	0,15
ТОТ47		0,105	0,156	0,21	0,14	0,21	0,28	0,21	0,3	0,42
ТОТ48		0,146	0,22	0,29	0,19	0,29	0,39	0,29	0,44	0,58
ТОТ49		0,415	0,63	0,83	0,56	0,83	1,1	0,83	1,25	1,65
ТОТ50		0,55	0,83	1,1	0,73	1,1	1,47	1,1	1,65	2,2
ТОТ51	720×2	0,031	0,04	0,062	0,042	0,062	0,083	0,062	0,093	0,125
ТОТ52		0,087	0,13	0,175	0,115	0,175	0,23	0,175	0,26	0,35
ТОТ53		0,12	0,18	0,25	0,16	0,24	0,32	0,24	0,36	0,48
ТОТ54		0,35	0,52	0,7	0,46	0,7	0,93	0,7	1,04	1,4
ТОТ55		0,46	0,69	0,92	0,61	0,92	1,22	0,92	1,37	1,84
ТОТ56	860×2	0,026	0,039	0,052	0,035	0,052	0,07	0,052	0,079	0,104
ТОТ57		0,073	0,11	0,145	0,097	0,145	0,194	0,145	0,22	0,29
ТОТ58		0,102	0,15	0,204	0,135	0,204	0,27	0,204	0,3	0,41
ТОТ59		0,29	0,44	0,58	0,39	0,58	0,78	0,58	0,88	1,16
ТОТ60		0,385	0,58	0,77	0,51	0,77	1	0,77	1,15	1,54
ТОТ61	330×2	0,053	0.08	0,105	0,07	0,105	0,14	0,105	0,16	0,21
ТОТ62		0,15	0,23	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,46	0,6
ТОТ63		0,21	0,32	0,42	0,28	0,42	0,56	0,42	0,64	0,85
ТОТ64		0,61	0,9	1,2	0,8	1,2	1,6	1,2	1,8	2,4
ТОТ65		0,8	1,2	1,6	1,1	1,6	2,2	1,6	2,4	3,2
ТОТ66	400×2	0,044	0,065	0,09	0,058	0,09	0,116	0,09	0,13	0,176
ТОТ67		0,125	0,19	0,25	0,167	0,25	0,33	0,25	0,37	0,5
ТОТ68		0,175	0,263	0,35	0,233	0,35	0,47	0,35	0,53	0,7
ТОТ69		0,5	0,75	1	0,67	1	1,3	1	1,5	2
ТОТ70		0,65	1	1,3	0,89	1,3	1,8	1,3	2	2,6

Типономинал трансформатора	Число витков первичной обмотки	Коэффициент трансформации								
		n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9
ТОТ71	480×2	0,037	0,055	0,075	0,049	0,073	0,097	0,075	0,11	0,15
ТОТ72		0,105	0,156	0,21	0,14	0,21	0,28	0,21	0,31	0,42
ТОТ73		0,146	0,22	0,29	0,195	0,29	0,39	0,29	0,44	0,58
ТОТ74		0,415	0,67	0,83	0,56	0,83	1,1	0,83	1,25	1,65
ТОТ75		0,55	0,83	1,1	0,74	1,08	1,5	1,1	1,66	2,2
ТОТ76	580×2	0,03	0,045	0,068	0,04	0,06	0,08	0,06	0,09	0,12
ТОТ77		0,087	0,13	0,17	0,115	0,1	0,29	0,17	0,26	0,34
ТОТ78		0,12	0,18	0,24	0,16	0,24	0,32	0,24	0,36	0,48
ТОТ79		0,345	0,52	0,69	0,46	0,69	0,92	0,69	1,04	1,38
ТОТ80		0,45	0,68	0,9	0,61	0,8	1,2	0,9	1,37	1,8
ТОТ81	700×2	0,025	0,037	0,05	0,033	0,05	0,067	0,05	0,075	0,1
ТОТ82		0,072	0,107	0,145	0,095	0,145	0,19	0,145	0,215	0,29
ТОТ83		0,1	0,15	0,2	0,133	0,2	0,27	0,2	0,3	0,4
ТОТ84		0,29	0,43	0,57	0,38	0,57	0,76	0,57	0,86	1,14
ТОТ85		0,38	0,64	0,76	0,51	0,76	1	0,76	1,3	1,5
ТОТ86	530×2	0,05	0,079	0,106	0,07	0,106	0,14	0,106	0,16	0,212
ТОТ87		0,15	0,225	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,45	0,6
ТОТ88		0,21	0,32	0,42	0,28	0,42	0,56	0,42	0,64	0,85
ТОТ89		0,55	0,82	1,1	0,73	1,1	1,46	1,1	1,65	2,2
ТОТ90		0,8	1,2	1,6	1,07	1,6	2,14	1,6	2,4	3,2
ТОТ91	630×2	0,045	0,067	0,09	0,06	0,09	0,12	0,09	0,134	0,18
ТОТ92		0,125	0,19	0,25	0,167	0,25	0,335	0,25	0,38	0,5
ТОТ93		0,175	0,26	0,35	0,236	0,35	0,47	0,35	0,525	0,7
ТОТ94		0,5	0,75	1	0,67	1	1,33	1	1,5	2
ТОТ95		0,7	1,05	1,4	0,93	1,4	1,86	1,4	2,1	2,8
ТОТ96	736×2	0,038	0,057	0,075	0,051	0,075	0,1	0,075	0,114	0,15
ТОТ97		0,106	0,16	0,21	0,14	0,21	0,28	0,21	0,32	0,42
ТОТ98		0,145	0,22	0,29	0,195	0,29	0,39	0,29	0,44	0,58
ТОТ99		0,415	0,62	0,83	0,55	0,83	1,1	0,83	1,25	1,65
ТОТ100		0,58	0,85	1,16	0,77	1,16	1,7	1,16	1,7	2,3
ТОТ101	870×2	0,031	0,047	0,062	0,041	0,062	0,083	0,062	0,093	0,124
ТОТ102		0,087	0,131	0,175	0,116	0,175	0,23	0,175	0,263	0,35
ТОТ103		0,12	0,18	0,24	0,16	0,24	0,32	0,24	0,36	0,48
ТОТ104		0,34	0,52	0,69	0,46	0,69	0,92	0,69	1,04	1,38
ТОТ105		0,485	0,725	0,96	0,64	0,96	1,28	0,96	1,45	1,93
ТОТ106	350×2	0,09	0,11	0,13	0,12	0,145	0,173	0,18	0,217	0,26
ТОТ107		0,15	0,18	0,21	0,2	0,24	0,28	0,3	0,36	0,42
ТОТ108		0,25	0,3	0,35	0,334	0,4	0,47	0,5	0,6	0,7
ТОТ109		0,42	0,51	0,6	0,57	0,68	0,8	0,85	1,02	1,2
ТОТ110		0,73	0,89	1	0,97	1,2	1,33	1,45	1,77	2
ТОТ111		1,2	1,45	1,7	1,6	1,94	2,36	2,4	2,9	3,4
ТОТ112	400×2	0,075	0,092	0,108	0,1	0,12	0,144	0,15	0,184	0,215
ТОТ113		0,125	0,15	0,175	0,165	0,2	0,23	0,25	0,3	0,35
ТОТ114		0,216	0,255	0,3	0,28	0,34	0,4	0,42	0,51	0,6
ТОТ115		0,35	0,416	0,5	0,47	0,55	0,67	0,7	0,83	1
ТОТ116		0,6	0,74	0,86	0,8	0,98	1,25	1,2	1,47	1,72
ТОТ117		1	1,2	1,4	1,33	1,6	1,86	2	2,4	2,8
ТОТ118		0,064	0,075	0,09	0,085	0,1	0,12	0,127	0,15	0,18
ТОТ119		0,105	0,123	0,15	0,14	0,17	0,2	0,21	0,255	0,3
ТОТ120		0,175	0,21	0,25	0,235	0,28	0,33	0,35	0,42	0,5
ТОТ121	450×2	0,3	0,35	0,42	0,39	0,47	0,56	0,59	0,7	0,84

Типономинал трансформатора	Число витков первичной обмотки	Коэффициент трансформации								
		n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9
ТОТ122		0,5	0,62	0,72	0,67	0,82	0,96	1	1,23	1,44
ТОТ123		0,85	1,08	1,2	1,13	1,44	1,6	1,7	2,15	2,4
ТОТ124	550×2	0,052	0,063	0,076	0,07	0,085	0,1	0,105	0,127	0,15
ТОТ125		0,083	0,1	0,12	0,11	0,133	0,16	0,164	0,2	0,24
ТОТ126		0,15	0,18	0,21	0,2	0,24	0,28	0,3	0,36	0,42
ТОТ127		0,25	0,3	0,36	0,334	0,4	0,48	0,5	0,6	0,72
ТОТ128		0,42	0,51	0,6	0,56	0,68	0,8	0,85	1,02	1,2
ТОТ129		0,7	0,85	1	0,93	1,13	1,33	1,4	1,7	2
ТОТ130	230×2	0,105	0,125	0,15	0,14	0,17	0,2	0,21	0,25	0,3
ТОТ131		0,17	0,204	0,244	0,23	0,27	0,33	0,34	0,41	0,49
ТОТ132		0,3	0,36	0,43	0,4	0,48	0,57	0,6	0,73	0,85
ТОТ133		0,5	0,61	0,72	0,67	0,81	0,96	1	1,22	1,44
ТОТ134		0,85	1,64	1,22	1,14	1,4	1,63	1,7	2,1	2,44
ТОТ135		1,45	1,75	2,07	1,93	2,34	2,76	2,9	3,5	4,14
ТОТ136	280×2	0,086	0,104	0,123	0,114	0,138	0,164	0,17	0,207	0,247
ТОТ137		0,14	0,168	0,2	0,187	0,224	0,266	0,28	0,336	0,4
ТОТ138		0,244	0,3	0,35	0,33	0,4	0,47	0,49	0,59	0,7
ТОТ139		0,41	0,5	0,59	0,55	0,67	0,79	0,82	1	1,18
ТОТ140		0,7	0,85	1	0,93	1,24	1,33	1,4	1,7	2
ТОТ141		1,2	1,44	1,7	1,6	1,92	2,3	2,4	2,98	3,4
ТОТ142	330×2	0,073	0,088	0,105	0,097	0,117	0,14	0,146	0,176	0,21
ТОТ143		0,118	0,142	0,17	0,157	0,19	0,23	0,236	0,285	0,34
ТОТ144		0,107	0,25	0,3	0,28	0,34	0,4	0,414	0,5	0,59
ТОТ145		0,35	0,42	0,5	0,47	0,57	0,67	0,7	0,85	1
ТОТ146		0,59	0,72	0,85	0,79	0,96	1,13	1,2	1,44	1,7
ТОТ147		1	1,22	1,44	1,32	1,63	1,9	2	2,44	2,9
ТОТ148	400×2	0,06	0,073	0,087	0,08	0,097	0,115	0,12	0,145	0,173
ТОТ149		0,098	0,117	0,114	0,113	0,157	0,187	0,195	0,295	0,28
ТОТ150		0,17	0,207	0,244	0,23	0,276	0,33	0,34	0,415	0,49
ТОТ151		0,29	0,35	0,41	0,385	0,47	0,55	0,58	0,7	0,83
ТОТ152		0,49	0,6	0,7	0,65	0,8	0,93	0,98	1,2	1,44
ТОТ153		0,83	1	1,19	1,1	1,34	1,6	1,66	2	2,38
ТОТ154	130×2	0,173	0,212	0,25	0,23	0,28	0,33	0,35	0,42	0,5
ТОТ155		0,3	0,36	0,42	0,39	0,475	0,56	0,59	0,71	0,845
ТОТ156		0,49	0,59	0,69	0,65	0,79	0,92	0,97	1,18	1,38
ТОТ157		0,81	1	1,15	1,08	1,32	1,54	1,6	2	2,3
ТОТ158		1,39	1,7	2	1,85	2,26	2,56	2,8	3,4	4
ТОТ159		2,3	2,8	3,3	3,07	3,7	1,4	4,6	5,5	6,6
ТОТ160	156×2	0,144	0,176	0,208	0,193	0,234	0,28	0,29	0,35	0,417
ТОТ161		0,25	0,3	0,35	0,33	0,4	0,47	0,49	0,6	0,7
ТОТ162		0,405	0,49	0,58	0,54	0,65	0,77	0,81	0,98	1,16
ТОТ163		0,67	0,82	0,97	0,9	1,1	1,3	1,34	1,64	1,93
ТОТ164		1,17	1,42	1,67	1,56	1,89	2,2	2,34	2,84	3,34
ТОТ165		1,93	2,34	2,76	2,6	3,1	3,7	3,86	4,7	5,5
ТОТ166	186×2	0,12	0,15	0,175	0,16	0,197	0,23	0,25	0,296	0,35
ТОТ167		0,21	0,25	0,3	0,28	0,33	0,4	0,415	0,5	0,59
ТОТ168		0,34	0,41	0,48	0,45	0,55	0,65	0,68	0,82	0,97
ТОТ169		0,57	0,69	0,81	0,75	0,91	1,07	1,14	1,37	1,62
ТОТ170		0,98	1,2	1,4	1,3	1,58	1,86	1,96	2,38	2,8
ТОТ171		1,62	1,96	2,3	2,15	2,6	3,1	3,24	3,9	4,6
ТОТ172		0,1	0,123	0,145	0,134	0,164	0,193	0,2	0,246	0,29
ТОТ173		0,173	0,207	0,346	0,23	0,28	0,33	0,346	0,414	0,49

Окончание табл. 4.5

Типономинал трансфор-матора	Число витков первичной обмотки	Коэффициент трансформации								
		n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9
ТОТ174	224×2	0,28	0,39	0,4	0,374	0,46	0,53	0,56	0,68	0,8
ТОТ175		0,47	0,57	0,67	0,625	0,76	0,9	0,94	1,14	1,34
ТОТ176		0,81	1	1,16	1,08	1,32	1,56	1,63	1,97	2,32
ТОТ177		1,34	1,63	1,9	1,78	2,26	2,6	2,7	3,26	3,84
ТОТ178	270×2	0,084	0,1	0,122	0,11	0,136	0,162	0,167	0,204	0,24
ТОТ179		0,143	0,172	0,204	0,19	0,23	0,27	0,285	0,345	0,408
ТОТ180		0,23	0,234	0,33	0,31	0,38	0,45	0,47	0,57	0,67
ТОТ181		0,39	0,47	0,56	0,53	0,63	0,75	0,78	0,94	1,12
ТОТ182		0,68	0,82	0,96	0,9	1,1	1,28	1,35	1,64	1,93
ТОТ183		1,1	1,35	1,6	1,48	1,8	2,12	2,2	2,7	3,2
ТОТ184	325×2	0,069	0,085	0,1	0,093	0,113	0,133	0,14	0,17	0,2
ТОТ185		0,12	0,143	0,17	0,16	0,19	0,32	0,24	0,286	0,34
ТОТ186		0,2	0,295	0,276	0,26	0,314	0,37	0,39	0,47	0,55
ТОТ187		0,32	0,39	0,46	0,43	0,52	0,61	0,65	0,785	0,92
ТОТ188		0,56	0,68	0,8	0,75	0,91	1,07	1,12	1,36	1,6
ТОТ189		0,92	1,13	1,32	1,24	1,5	1,76	1,85	2,25	2,65
ТОТ202	75×2	0,3	0,35	0,42	0,6	0,7	0,84	–	–	–
ТОТ203		0,5	0,6	0,7	1	1,2	1,42	–	–	–
ТОТ204		0,85	1	1,2	1,7	2	2,4	–	–	–
ТОТ205		1,42	1,7	2	2,84	3,4	4	–	–	–
ТОТ206		2,4	2,84	3,4	4,8	5,78	6,8	–	–	–
ТОТ207		4	4,8	5,78	8	9,6	11,56	–	–	–
ТОТ208	90×2	0,25	0,3	0,35	0,5	0,6	0,7	–	–	–
ТОТ209		0,42	0,5	0,6	0,84	1	1,2	–	–	–
ТОТ210		0,7	0,85	1	1,42	1,7	2	–	–	–
ТОТ211		1,2	1,42	1,7	2,4	2,84	3,4	–	–	–
ТОТ212		2	2,4	2,84	4	4,8	5,78	–	–	–
ТОТ213		3,4	4	4,8	6,8	8	9,6	–	–	–
ТОТ214	110×2	0,21	0,25	0,3	0,42	0,5	0,6	–	–	–
ТОТ215		0,35	0,42	0,5	0,7	0,84	1	–	–	–
ТОТ216		0,6	0,7	0,85	1,2	1,4	1,7	–	–	–
ТОТ217		1	1,2	1,42	2	2,4	2,87	–	–	–
ТОТ218		1,7	2	2,4	3,4	4	4,8	–	–	–
ТОТ219		2,84	3,4	4	5,78	6,8	8	–	–	–

Дополнительные параметры, а также пределы изменения основных и дополнительных электромагнитных параметров трансформаторов типа ТОТ.

Рабочий диапазон эффективно воспроизводимых частот	300...10 000 Гц
Диапазон номинальной мощности	0,025...25 В·А
Резонансная частота, не более	1000 Гц
Максимальное значение испытательного напряжения	500 В
Коэффициент нелинейных искажений на граничных частотах полосы пропускания 300...10 000 Гц	Не более 5 %
Коэффициент амплитудно-частотных искажений в диапазоне частот 300...10 000 Гц	±2 дБ
Максимальная амплитуда переменного входного напряжения трансформаторов	140 В
Асимметрия напряжений частей обмоток трансформаторов с одинаковым числом витков	Не более 3 %
Пределы изменения входных сопротивлений трансформаторов	13...22 000 Ом
Максимальное напряжение первичной обмотки	100 В
Сопротивление нагрузки трансформаторов	4...4000 Ом
Максимальное постоянное напряжение на обмотках трансформатора по отношению к шасси устройства (или магнитопровода)	100 В
Сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом	1000 Ом
Максимальное отклонение коэффициента трансформации	±5 %

Коэффициенты трансформации, приведенные табл. 4.5, рассчитаны по следующим формулам:

для трансформаторов ТОТ1–ТОТ35:

$n_1 = W_{4-5}/W_{1-3}$, $n_2 = W_{4-6}/W_{1-3}$,
$n_3 = W_{4-5}/W_{1-2}$, $n_4 = W_{4-6}/W_{1-2}$,

где W_{1-2}, W_{1-3}, W_{4-5}, W_{4-6} – число витков обмотки с выводами 1–2, 1–3, 4–5, 4–6;

для трансформаторов ТОТ36–ТОТ189:

$n_1 = W_{5-6}/W_{1-4}$, $n_2 = W_{5-7}/W_{1-4}$,
$n_3 = W_{5-8}/W_{1-4}$, $n_4 = W_{5-6}/W_{1-3}$,
$n_5 = W_{5-7}/W_{1-3}$, $n_6 = W_{5-8}/W_{1-3}$,
$n_7 = W_{5-6}/W_{1-2}$, $n_8 = W_{5-7}/W_{1-2}$,
$n_9 = W_{5-8}/W_{1-2}$,

где W_{1-2}, W_{1-3}, W_{1-4}, W_{5-6}, W_{5-7}, W_{5-8} – число витков обмотки с выводами 1–2, 1–3, 1–4, 5–6, 5–7, 5–8;

для трансформаторов ТОТ202–ТОТ219:

$n_1 = W_{4-5}/W_{1-3}$, $n_2 = W_{4-6}/W_{1-3}$,
$n_3 = W_{4-7}/W_{1-3}$, $n_4 = W_{4-5}/W_{1-2}$,
$n_5 = W_{4-6}/W_{1-2}$, $n_6 = W_{4-7}/W_{1-2}$,

где W_{1-2}, W_{1-3}, W_{4-5}, W_{4-6}, W_{4-7} – число витков обмотки с выводами 1–2, 1–3, 4–5, 4–6, 4–7.

4.2. Трансформаторы согласующие низкочастотные типа ТОЛ

Трансформаторы сигнальные низкочастотные типа ТОЛ предназначены для работы в УЗЧ, в устройствах низкочастотных трактов совместно с ламповыми и полупроводниковыми приборами в аппаратуре широкого применения с печатным монтажом. Трансформаторы типа ТОЛ обеспечивают полное сохранение заданных параметров в диапазоне частот 300...10 000 Гц. Трансформаторы изготавливают в климатическом исполнении УХЛ, нормы и характеристики которого приведены в первой главе справочника. В зависимости от места размещения трансформаторы изготавливают по категориям размещения, виды которых приведены в табл. 1.45. Температуры окружающего воздуха при эксплуатации трансформаторов типа ТОЛ в зависимости от исполнения и категории размещения (в соответствии с требованиями ГОСТ 16962–71) приведены в табл. 1.49. Рабочие температуры воздуха и относительной влажности при различной продолжительности воздействия приведены в табл. 1.50.

Промышлениость изготавливает один тип и 72 типоразмера трансформаторов типа ТОЛ унифицированного конструктивного ряда на магнитопроводах стандартизованной броневой конструкции. Электромагнитные параметры и основные конструктивные размеры магнитопроводов, используемых для изготовления трансформаторов, рассмотрены во второй главе справочника.

Выходные (оконечные) трансформаторы типа ТОЛ рассчитаны на выходную мощность в пределах 0,1...6 В·А, с неравномерностью частотной характеристики на граничных частотах не более 2 дБ и коэффициентом нелинейных искажений не более 5 %.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры выходных трансформаторов типа ТОЛ показаны на рис. 4.2–4.4. Конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл. 4.6.

Конструкция трансформаторов выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур в пределах −60...125 °С и воздействие механических факторов, причем изменение индуктивности первичной обмотки на превышает 10 % величины, измеренной до воздействия указанных факторов.

Конструкция трансформаторов разработана для монтажа на печатной плате с дополнительным креплением винтами М3. При установке трансформаторов на печатной плате выводы пропускают через отверстия, подгибают вдоль печатных проводников на 1,5–2 мм и припаивают. Цоколевка трансформаторов подобна цоколевке электровакуумных приборов. Имеются ключ и дополнительно маркировка первого вывода трансформатора. Первый вывод отмечается, как правило, красной точкой на боковой стороне трансформатора. Отсчет выводов производится от первого вывода слева направо по часовой стрелке со стороны монтажа. При этом первый вывод относительно ключа располагается в левом верхнем углу. Ключом является закругленный выступающий угол каркаса, расположенный вверху, слева.

Каркас трансформатора получает дополнительную жесткость от армирования его монтажными выводами, расстояние между которыми соответствует шагу координатной сетки печатной платы.

Для изготовления трансформаторов типа ТОЛ применяют магнитопроводы пластинчатые броневой конструкции, изготавливаемые из холоднокатаной ленты с высокой магнитной проницаемостью и повышенной индукцией технического насыщения марки 50Н. Магнитные параметры сплава 50Н приведены в табл. 1.30.

Перечень применяемых магнитопроводов и значения предельной массы трансформаторов типа ТОЛ приведены в табл. 4.6а.

Конструкция трансформаторов обеспечивает также необходимый запас электрической прочности изоляции обмоток при воздействии различных механических и климатических факторов.

Трансформаторам присвоено сокращенное обозначение – ТОЛ, где буква Т обозначает слово "трансформатор", буква О – выходной (оконечный), буква Л – ламповый. Трансформаторам присвоено также условное обозначение, которое применяется при заказе и при разработке конструкторской документации. Условное обозначение состоит из сокращенного обозначения трансформатора (обозначения типа), обозначения типономинала, буквы М

Таблица 4.6. **Конструктивные размеры согласующих низкочастотных трансформаторов типа ТОЛ**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	A_2, мм	A_3, мм	B, мм	B_1, мм	L, мм	H, мм	h, мм	d, мм
ТОЛ1 –ТОЛ18	4.2	9	15	25	—	22	21	30	25,5	19	0,8
ТОЛ19–ТОЛ30	4.2	9	18	34	—	27	23	40	32,5	26	0,8
ТОЛ31–ТОЛ42	4.2	18	24	42	—	36	31	48	39,5	33	1
ТОЛ43–ТОЛ54	4.4	18	30	42	8	36	35	48	39,5	33	1
ТОЛ55–ТОЛ72	4.3	24	36	52	10	46	43	56	47	40	1

Таблица 4.6а. **Перечень магнитопроводов, применяемых в выходных трансформаторах типа ТОЛ**

Обозначение типономинала трансформатора	Обозначение магнитопровода	Марка материала магнитопровода	Масса, г, не более
ТОЛ1 –ТОЛ18	ШВ4×8	50Н	27
ТОЛ19–ТОЛ30	ША6×8	50Н	45
ТОЛ31–ТОЛ42	ША8×10	50Н	100
ТОЛ43–ТОЛ54	ША8×16	50Н	150
ТОЛ55–ТОЛ72	ША10×20	50Н	280

(для трансформаторов, залитых в форму), обозначения стандарта или ТУ. Пример условного обозначения трансформатора выходного с порядковым номером 55: трансформатор ТОЛ55.

Основные параметры. Основные электромагнитные параметры и технические характеристики выходных трансформаторов низкочастотных типа ТОЛ приведены в табл. 4.7 и 4.8. Расчетные значения коэффициентов трансформации трансформаторов приведены в табл. 4.9.

Электрические схемы трансформаторов типа ТОЛ показаны на рис. 4.5.

Коэффициенты трансформации, приведенные в табл. 4.9, рассчитаны по следующим формулам:

для трансформаторов ТОЛ1–ТОЛ54:

$n_1 = W_{5-6}/W_{1-4}$, $n_2 = W_{5-7}/W_{1-4}$,
$n_3 = W_{5-8}/W_{1-4}$, $n_4 = W_{5-6}/W_{1-3}$,
$n_5 = W_{5-7}/W_{1-3}$, $n_6 = W_{5-8}/W_{1-3}$,
$n_7 = W_{5-6}/W_{1-2}$, $n_8 = W_{5-7}/W_{1-2}$,
$n_9 = W_{5-8}/W_{1-2}$,

для трансформаторов ТОЛ55–ТОЛ72:

$n_1 = W_{4-5}/W_{1-3}$, $n_2 = W_{4-6}/W_{1-3}$,
$n_3 = W_{4-7}/W_{1-3}$, $n_4 = W_{4-5}/W_{1-2}$,
$n_5 = W_{4-6}/W_{1-2}$, $n_6 = W_{4-7}/W_{1-2}$,

где W_{1-2}, W_{1-3}, W_{1-4}, W_{4-5}, W_{4-6}, W_{4-7}, W_{5-6}, W_{5-7}, W_{5-8} – число витков обмотки с выводами 1–2, 1–3, 1–4, 4–5, 4–6, 4–7, 5–6, 5–7, 5–8.

Таблица 4.7. **Основные электромагнитные параметры выходных трансформаторов типа ТОЛ**

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Входное сопротивление, Ом, на выводах 2–1	1–3	1–4	Сопротивление нагрузки, Ом, на выводах 5–6	5–7	5–8	Индуктивность, Гн: первичной обмотки	рассеяния	Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом: I	II	Ток подмагничивания, мА	Максимальное напряжение первичной обмотки, В
ТОЛ1	0,1	6,6	9,2	13,2	64	90	128	4	0,3	1900	13	5	36
ТОЛ2					180	256	360				37		
ТОЛ3					512	720	1000				100		
ТОЛ4		19	26,4	37,6	64	90	128	11	0,85	5800	13	3	60
ТОЛ5					180	256	360				37		
ТОЛ6					512	720	1000				100		
ТОЛ7	0,25	3,3	4,6	6,6	4	5,6	8	2	0,15	1040	1,6	9	40
ТОЛ8					11,2	16	22,5				5,2		
ТОЛ9					32	45	64				11,7		
ТОЛ10					90	128	180				65		
ТОЛ11					256	360	512				195		
ТОЛ12					720	1000	1440				625		
ТОЛ13		9,5	13,2	19	4	5,6	8	5,6	0,4	4550	1,6	5	67
ТОЛ14					11,2	16	22,5				5,2		
ТОЛ15					32	45	64				11,7		
ТОЛ16					90	128	180				65		
ТОЛ17					256	360	512				195		
ТОЛ18					720	1000	1440				625		
ТОЛ19	0,63	1,65	2,35	3,3	4	5,6	8	1,15	0,07	227	1,4	23	45
ТОЛ20					11,2	16	22,5				3		
ТОЛ21					32	45	64				9,7		
ТОЛ22					90	128	180				30		
ТОЛ23					256	360	512				91		
ТОЛ24					720	1000	1440				273		
ТОЛ25		4,7	6,6	9,5	4	5,6	8	3,3	0,2	790	1,4	14	76
ТОЛ26					11,2	16	22,5				3		
ТОЛ27					32	45	64				9,7		
ТОЛ28					90	128	180				30		
ТОЛ29					256	360	512				91		
ТОЛ30					720	1000	1440				273		
ТОЛ31					4	5,6	8				0,9		
ТОЛ32					11,2	16	22,5				2,8		

Окончание табл. 4.7

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Входное сопротивление, Ом, на выводах			Сопротивление нагрузки, Ом, на выводах			Индуктивность, Гн		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Ток подмагничивания, мА	Максимальное напряжение первичной обмотки, В
		2–1	1–3	1–4	5–6	5–7	5–8	первичной обмотки	рассеяния	I	II		
ТОЛ33	1	1,65	2,35	3,3	32	45	64	1	0,07	195	7,8	29	57
ТОЛ34					90	128	180				23,4		
ТОЛ35					256	360	512				66,3		
ТОЛ36					720	1000	1440				198		
ТОЛ37		4,7	6,6	9,5	4	5,6	8	3	0,2	560	0,8	17	95
ТОЛ38					11,2	16	22,5				1,9		
ТОЛ39					32	45	64				7,8		
ТОЛ40					90	128	180				23,4		
ТОЛ41					256	360	512				54,6		
ТОЛ42					720	1000	1440				169		
ТОЛ43	2,5	1,65	2,35	3,3	4	5,6	8	1	0,07	156	0,8	40	100
ТОЛ44					11,2	16	22,5				1,9		
ТОЛ45					32	45	64				5,8		
ТОЛ46					90	128	180				16,9		
ТОЛ47					256	360	512				54,6		
ТОЛ48					720	1000	1440				169		
ТОЛ49		4,7	6,6	9,5	4	5,6	8	3	0,2	429	0,8	23	170
ТОЛ50					11,2	16	22,5				1,9		
ТОЛ51					32	45	64				5,8		
ТОЛ52					90	128	180				16,9		
ТОЛ53					256	360	512				54,6		
ТОЛ54					720	1000	1440				169		

Таблица 4.8. **Электрические параметры выходных трансформаторов ТОЛ55–ТОЛ72**

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Входное сопротивление, Ом, на выводах		Сопротивление нагрузки, Ом, на выводах			Индуктивность, Гн		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Ток подмагничивания, мА	Максимальное напряжение первичной обмотки, В
		1–2	1–3	4–5	4–6	4–7	первичной обмотки	рассеяния	I	II		
ТОЛ55	6,3	3,3	13,2	4	5,6	8	4	0,4	208×2	0,52	5	145×2
ТОЛ56				11,2	16	22,4				1,5		
ТОЛ57				32	45	64				4,5		
ТОЛ58				90	128	180				14,3		
ТОЛ59				256	360	512				45,5		
ТОЛ60				720	1000	1440				104		
ТОЛ61		4,7	19	4	5,6	8	5,6	0,56	345×2	0,52	5	175×2
ТОЛ62				11,2	16	22,4				1,5		
ТОЛ63				32	45	64				4,5		
ТОЛ64				90	128	180				14,3		
ТОЛ65				256	360	512				45,5		
ТОЛ66				720	1000	1440				104		
ТОЛ67		6.6	26,4	4	5,6	8	7,8	0,78	600×2	0,52	5	205×2
ТОЛ68				11,2	16	22,4				1,5		
ТОЛ69				32	45	64				4,5		
ТОЛ70				90	128	180				14,3		
ТОЛ71				256	360	512				45,5		
ТОЛ72				720	1000	1440				104		

Таблица 4.9. **Расчетные значения коэффициентов трансформации трансформаторов типа ТОЛ**

Обозначение трансформатора	Число витков первичной обмотки	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9
ТОЛ1	3200	0,07	0,085	0,1	0,08	0,1	0,12	0,1	0,12	0,14
ТОЛ2		0,12	0,14	0,17	0,14	0,17	0,2	0,17	0,205	0,24
ТОЛ3		0,2	0,24	0,29	0,23	0,28	0,34	0,28	0,345	0,41
ТОЛ4	5300	0,041	0,05	0,059	0,048	0,059	0,069	0,059	0,071	0,084
ТОЛ5		0,07	0,085	0,1	0,083	0,1	0,12	0,1	0,12	0,143
ТОЛ6		0,115	0,14	0,165	0,14	0,165	0,195	0,165	0,2	0,24
ТОЛ7	2500	0,025	0,03	0,036	0,03	0,036	0,042	0,036	0,044	0,052
ТОЛ8		0,042	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,07	0,085
ТОЛ9		0,073	0,085	0,1	0,083	0,1	0,12	0,1	0,12	0,143
ТОЛ10		0,125	0,15	0,18	0,15	0,18	0,2	0,18	0,2	0,26
ТОЛ11		0,21	0,25	0,3	0,25	0,3	0,35	0,3	0,35	0,43
ТОЛ12		0,35	0,43	0,5	0,41	0,5	0,59	0,5	0,6	0,72
ТОЛ13	4200	0,015	0,018	0,0214	0,018	0,0214	0,025	0,0214	0,026	0,031
ТОЛ14		0,025	0,03	0,036	0,03	0,036	0,042	0,036	0,044	0,05
ТОЛ15		0,042	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,07	0,085
ТОЛ16		0,075	0,09	0,107	0,09	0,107	0,13	0,107	0,13	0,154
ТОЛ17		0,125	0,15	0,18	0,15	0,18	0,21	0,18	0,215	0,26
ТОЛ18		0,21	0,25	0,3	0,25	0,3	0,35	0,3	0,35	0,43
ТОЛ19	1800	0,035	0,042	0,05	0,041	0,05	0,06	0,05	0,06	0,072
ТОЛ20		0,058	0,07	0,083	0,069	0,083	0,098	0,083	0,098	0,12
ТОЛ21		0,097	0,12	0,14	0,114	0,14	0,16	0,14	0,17	0,2
ТОЛ22		0,175	0,21	0,25	0,206	0,25	0,3	0,25	0,3	0,35
ТОЛ23		0,29	0,35	0,42	0,34	0,42	0,49	0,42	0,5	0,6
ТОЛ24		0,49	0,59	0,7	0,57	0,69	0,82	0,69	0,85	1
ТОЛ25	3100	0,02	0,024	0,029	0,024	0,029	0,034	0,029	0,035	0,042
ТОЛ26		0,034	0,041	0,048	0,04	0,048	0,057	0,048	0,059	0,069
ТОЛ27		0,057	0,068	0,08	0,067	0,08	0,095	0,08	0,098	0,115
ТОЛ28		0,1	0,123	0,145	0,12	0,145	0,17	0,145	0,176	0,21
ТОЛ29		0,17	0,2	0,24	0,2	0,24	0,29	0,24	0,29	0,35
ТОЛ30		0,28	0,34	0,4	0,33	0,4	0,48	0,4	0,49	0,58
ТОЛ31	1800	0,035	0,042	0,05	0,042	0,05	0,059	0,05	0,06	0,07
ТОЛ32		0,058	0,07	0,083	0,069	0,083	0,098	0,083	0,1	0,12
ТОЛ33		0,097	0,12	0,14	0,114	0,14	0,164	0,14	0,17	0,2
ТОЛ34		0,175	0,21	0,25	0,206	0,25	0,3	0,25	0,3	0,35
ТОЛ35		0,29	0,35	0,415	0,34	0,415	0,49	0,415	0,5	0,6
ТОЛ36		0,485	0,59	0,7	0,57	0,7	0,815	0,7	0,84	1
ТОЛ37	3100	0,02	0,025	0,029	0,024	0,029	0,034	0,029	0,035	0,041
ТОЛ38		0,034	0,041	0,049	0,04	0,048	0,057	0,048	0,059	0,07
ТОЛ39		0,057	0,069	0,081	0,067	0,081	0,095	0,081	0,098	0,12
ТОЛ40		0,1	0,123	0,145	0,12	0,145	0,17	0,145	0,176	0,2
ТОЛ41		0,17	0,206	0,24	0,2	0,24	0,3	0,24	0,3	0,35
ТОЛ42		0,28	0,34	0,4	0,33	0,4	0,5	0,4	0,49	0,6
ТОЛ43	1500	0,042	0,05	0,06	0,05	0,06	0,087	0,06	0,073	0,086
ТОЛ44		0,07	0,085	0,1	0,083	0,1	0,118	0,1	0,12	0,14
ТОЛ45		0,117	0,14	0,167	0,137	0,166	0,2	0,166	0,2	0,24
ТОЛ46		0,21	0,26	0,3	0,2	0,3	0,35	0,3	0,36	0,43
ТОЛ47		0,35	0,42	0,5	0,41	0,5	0,59	0,5	0,6	0,71
ТОЛ48		0,58	0,71	0,83	0,69	0,83	1	0,83	1	1,2
ТОЛ49	2550	0,025	0,03	0,035	0,029	0,035	0,042	0,035	0,042	0,05
ТОЛ50		0,041	0,05	0,059	0,048	0,059	0,069	0,059	0,071	0,084
ТОЛ51		0,069	0,083	0,1	0,081	0,1	0,115	0,1	0,12	0,14
ТОЛ52		0,123	0,15	0,176	0,145	0,176	0,206	0,176	0,21	0,25
ТОЛ53		0,206	0,25	0,29	0,24	0,29	0,35	0,29	0,36	0,42
ТОЛ54		0,34	0,42	0,49	0,4	0,49	0,58	0, 4 9	0, 6	0, 7
ТОЛ55	1750×2	0,018	0,0216	0,026	0,036	0,043	0,052	—	—	—
ТОЛ56		0,03	0,036	0,043	0,06	0,073	0,086	—	—	—
ТОЛ57		0,05	0,06	0,072	0,1	0,12	0,143	—	—	—
ТОЛ58		0,087	0,11	0,13	0,174	0,22	0,26	—	—	—
ТОЛ59		0,15	0,18	0,214	0,3	0,36	0,43	—	—	—
ТОЛ60		0,25	0,3	0,36	0,5	0,6	0,72	–	–	

Окончание табл. 4.9

Обозначение трансформатора	Число витков первичной обмотки	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	n_8	n_9
ТОЛ61	2100×2	0,015	0,018	0,021	0,03	0,036	0,043	–	–	–
ТОЛ62		0,025	0,03	0,036	0,05	0,06	0,71	–	–	–
ТОЛ63		0,042	0,051	0,06	0,083	0,1	0,12	–	–	–
ТОЛ64		0,075	0,09	0,107	0,15	0,18	0,215	–	–	–
ТОЛ65		0,125	0,15	0,18	0,25	0,3	0,36	–	–	–
ТОЛ66		0,21	0,25	0,3	0,42	0,5	0,6	–	–	–
ТОЛ67		0,0125	0,015	0,018	0,025	0,03	0,036	–	–	–
ТОЛ68		0,021	0,025	0,03	0,042	0,051	0,06	–	–	–
ТОЛ69		0,035	0,043	0,05	0,07	0,085	0,1	–	–	–
ТОЛ70		0,063	0,075	0,09	0,126	0,15	0,18	–	–	–
ТОЛ71		0,105	0,125	0,15	0,21	0,25	0,3	–	–	–
ТОЛ72		0,18	0,21	0,25	0,36	0,42	0,5	–	–	–

Дополнительные параметры и технические характеристики

Диапазон эффективно воспроизводимых частот	300...10 000 Гц
Номинальная выходная мощность	0,1...6 В·А
Неравномерность частотной характеристики на граничных частотах, не более	2 дБ
Коэффициент амплитудно-частотных искажений в диапазоне частот 300...10 000 Гц, не более	± 2 дБ
Резонансная частота трансформатора в диапазоне частот свыше	1000 Гц
Максимально допустимое испытательное напряжение	500 В
Асимметрия по напряжению у симметричных обмоток со средним выводом и у отдельных симметричных обмоток, не более	3 %
Сопротивление изоляции между обмотками или между обмотками и магнитопроводом, не менее	100 МОм
95 %-ный ресурс в предельных режимах эксплуатации	20 000 ч
Максимальное отклонение коэффициента трансформации	± 5 %
Допускаемая растягивающая сила на выводах трансформатора	10 кгс
Минимальная наработка	10 000 ч
Минимальный срок сохраняемости	10 лет

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	−60...+125 °С
Повышенная температура окружающей среды:	
рабочая	+125 °С
предельная	+85 °С
Температура перегрева обмоток	+55 °С
Пониженная температура окружающей среды	−60 °С
Циклическое воздействие температур от предельной пониженной температуры до рабочей повышенной	−60...+125 °С
Относительная влажность воздуха при температуре +40 °С	98 %
Атмосферное давление воздуха	0,67...297 кПа (От 5 мм рт. ст. до 3 кгс/см^2)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...2000 Гц с ускорением	До 10 g (98,1 м/с^2)
Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением	До 150 g (1472 м/с^2)
Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением	До 1000 g (9810 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением	До 50 g (492 м/с^2)
Акустические шумы в диапазоне частот 50...10 000 Гц с уровнем звукового давления	160 дБ

4.3. Трансформаторы согласующие входные типа ТВЛ

Трансформаторы согласующие низкочастотные типа ТВЛ предназначены для работы в устройствах низкочастотных трактов с ламповыми и полупроводниковыми приборами в аппаратуре бытового и промышленного применения с печатным монтажом. Трансформаторы типа ТВЛ обеспечивают согласование внутреннего сопротивления источника сигнала с входным сопротивлением каскадов УЗЧ в диапазоне частот 300...10 000 Гц. Трансформаторы изготавливают в климатическом исполнении для умеренного и холодного климатов (У, ХЛ), нормированные значения характеристик которых приведены в первой главе справочника. В зависимости от места размещения трансформаторы изготавливают по соответствующим категориям, виды которых приведены в табл. 1.45. Температура окружающего воздуха при эксплуатации трансформаторов типа ТВЛ в зависимости от исполнения и категории размещения приведена в табл. 1.49. Рабочие и предельные значения относительной влажности воздуха в сочетании с температурой окружающей среды при различной продолжительности воздействия приведены в табл. 1.50.

Промышленностью изготавливается один тип и три типоразмера трансформаторов типа ТВЛ унифицированного конструктивного ряда на магнитопроводах стандартизованной стержневой конструкции. Электромагнитные параметры и основные конструктивные размеры магнито-

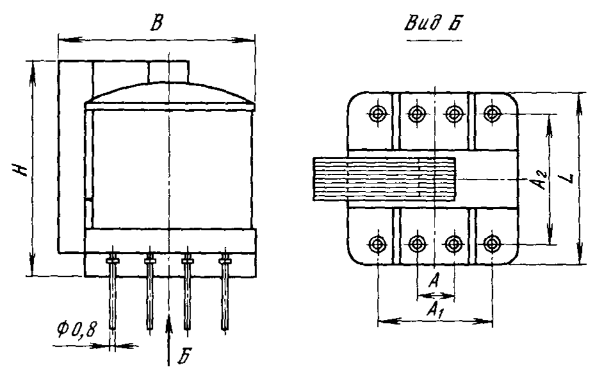


Рис. 4.6. Общий вид трансформаторов типов ТВЛ, ТВТ1 – ТВТ9

проводов и пластин, используемых для изготовления трансформаторов, рассмотрены во второй главе справочника.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры входных трансформаторов типа ТВЛ показаны на рис. 4.6. Конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл. 4.10.

Конструкция трансформаторов ТВЛ открытого типа выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур в пределах –60...+125 °С и воздействие механических нагрузок, причем изменение индуктивности первичной обмотки не превышает 10 % величины, измеренной до воздействия указанных факторов.

Конструкция трансформаторов разработана для установки и монтажа на печатной плате без дополнительного крепления. При установке трансформаторов на печатной плате монтажные выводы пропускают через отверстия в ней, затем подгибают их вдоль печатных проводников на 1,5...3 мм и припаивают. Цоколевка выводов трансформаторов ТВЛ соответствует цоколевке электровакуумных приборов. Имеется ключ и дополнительно маркировка первого вывода трансформатора. Он отмечается, как правило, красной точкой на боковой стороне трансформатора. Отсчет выводов производится от первого вывода слева направо по часовой стрелке со стороны монтажа. При этом первый вывод относительно ключа располагается в левом верхнем углу. Ключом является: для трансформаторов стержневой конструкции с одной катушкой – магнитопровод, выступающий из катушки влево; для трансформаторов на стержневых магнитопроводах с двумя катушками – только красная точка.

Конструкция каркаса трансформатора получает дополнительную жесткость от армирования его монтажными выводами, расстояние между которыми равно 2,5 мм и соответствует шагу координатной сетки печатной платы.

Для изготовления входных трансформаторов типа ТВЛ применяются пластинчатые магнитопроводы стержневой конструкции, изготавливаемые из холоднокатаной ленты с высокой магнитной проницаемостью и повышенной индукцией технического насыщения марки 79НМА. Магнитные параметры железоникелевого сплава Т9НМА приведены в табл. 1.27.

Перечень применяемых магнитопроводов и предельная масса трансформаторов типа ТВЛ даны в табл. 4.10.

Конструкция низкочастотных трансформаторов согласования обеспечивает необходимый запас электрической прочности изоляции обмоток при воздействии на них различных механических и климатических факторов.

Трансформаторам присвоено сокращенное обозначение – ТВЛ, где буква Т обозначает слово "трансформатор", буква В – входной, буква Л – ламповый. Трансформаторам ТВЛ присвоено также условное обозначение, которое применяется при заказе и разработке конструкторской документации. Условное обозначение состоит из сокращенного обозначения трансформатора, типономинала, буквы М (для трансформаторов залитых в форму), стандарта или ТУ, по которым выпускаются трансформаторы промышленностью и поставляются заказчику. Пример условного обозначения низкочастотного трансформатора с порядковым номером 2 (входного): трансформатор ТВЛ2.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	–60...+125 °С
Повышенная температура окружающей среды	
рабочая	+85 °С
предельная	+85 °С
Пониженная температура окружающей среды	–60 °С
Температура перегрева обмоток трансформатора	+45 °С
Циклическое воздействие температур от предельной пониженной температуры до повышенной рабочей	–60...+85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре +40 °С . . .	98 %
Атмосферное давление воздуха . .	0,67...297 кПа (5 мм рт. ст....3 кгс/см²)

Таблица 4.10. **Конструктивные размеры входных согласующих трансформаторов типа ТВЛ**

Обозначение трансформатора	Обозначение магнитопровода	B, мм	L, мм	H, мм	A, мм		A_1, мм		A_2, мм		Масса, г, не более
					номинал	допускаемое отклонение	номинал	допускаемое отклонение	номинал	допускаемое отклонение	
ТВЛ1	ПА3×3	19	17	18	3	± 0,1	9	± 0,1	12	± 0,1	14
ТВЛ2	ПБ3×6		20	21					15		17
ТВЛ3											

Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...2000 Гц с ускорением	До 10 g (98,1 м/с²)
Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением	До 150 g (1472 м/с²)
Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением	До 1000 g (9810 м/с²)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением	До 50 g (492 м/с²)
Непрерывная проникающая радиация	Работоспособность сохраняется
Акустические шумы в диапазоне частот 50...10 000 Гц с уровнем звукового давления, не более	160 дБ
Минимальное значение вероятности безотказной работы в течение 1000 ч при достоверности 0,9	0,99
Долговечность в режиме номинальной нагрузки	10 000 ч
Гарантийный срок хранения при температуре +5...+35 °С и относительной влажности 80 %	12 лет

Основные параметры. Основные электромагнитные параметры и технические характеристики входных низкочастотных согласующих трансформаторов типа ТВЛ приведены в табл. 4.11. Электрическая схема трансформаторов ТВЛ показана на рис. 4.7.

Коэффициенты трансформации, приведенные в табл. 4.11, рассчитаны по следующим формулам: $n_1 = W_{5-6}/W_{1-4}$; $n_2 = W_{5-6}/W_{1-2}$, где W_{1-2}, W_{1-4}, W_{5-6} – число витков обмотки с выводами 1–2, 1–4, 5–6.

Дополнительные параметры и технические характеристики

Диапазон эффективно воспроизводимых частот	300...10 000 Гц
Неравномерность частотной характеристики на граничных частотах 300 и 10 000 Гц, не более	2 дБ
Коэффициент нелинейных искажений в диапазоне частот 300...10 000 Гц, не более	5 %
Резонансная частота трансформатора в диапазоне частот свыше	1000 Гц
Напряжение на обмотках по отношению к магнитопроводу	400 В
Асимметрия по напряжению обмоток с одинаковым числом витков	3 %
КПД	0,85

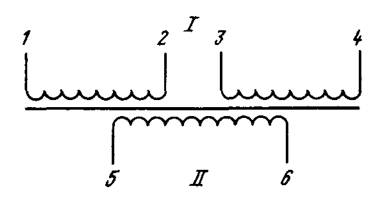


Рис. 4.7. Принципиальная электрическая схема трансформатора типа ТВЛ

Сопротивление изоляции между обмотками или между обмотками и магнитопроводом, не менее	1000 МОм
Максимальное отклонение коэффициента трансформации	5 %
Изменение индуктивности первичной обмотки при циклическом воздействии температур –60...+125 °С, не более	10 %

4.4. Трансформаторы входные типа ТВТ

Входные трансформаторы для транзисторных устройств предназначены для согласования сопротивления источника сигнала с входными сопротивлениями каскадов УЗЧ, собранных на кристаллических триодах в диапазоне эффективно воспроизводимых частот 300...10 000 Гц с неравномерностью частотной характеристики на граничных частотах не более 2 дБ и коэффициентом нелинейных искажений не более 5 %. Согласование сопротивлений осуществляется в диапазоне 50...5000 Ом.

Конструкция и размеры. Входные согласующие низкочастотные трансформаторы типа ТВТ изготавливают в климатическом исполнении УХЛ, нормированные значения характеристик которого приведены в табл. 1.45. Температура окружающего воздуха при различных условиях эксплуатации по соответствующим категориям размещения дана в табл. 1.49. Предельные сочетания температуры окружающей среды и относительной влажности при различной продолжительности воздействия на трансформаторы при эксплуатации приведены в табл. 1.50.

Промышленностью изготавливаются два типа конструкций и десять типоразмеров трансформаторов типа ТВТ унифицированного ряда на магнитопроводах стержневой конструкции с одной и двумя катушками. Электромагнитные параметры и основные конструктивные размеры магнитопроводов и пластин, используемых для изготовления трансформаторов, рассмотрены во второй главе справочника.

Общий вид, габаритные и установочные размеры входных трансформаторов типа ТВТ показаны на рис. 4.6

Таблица 4.11. **Основные технические характеристики входных трансформаторов типа ТВЛ**

Обозначение трансформатора	Входное сопротивление, Ом, на выводах		Емкостная нагрузка, пФ, на выводах 5–6	Индуктивность, Гн		Максимальное напряжение первичной обмотки, В	Коэффициент трансформации		Число витков первичной обмотки	Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом	
	1–2	1–4		первичной обмотки	рассеяния		n_1	n_2		I	II
ТВЛ1	50	200	100	0,16	0,002	1	31,5	63	210×2	31×2	15 600
ТВЛ2	500	2000		1,6	0,02		10	20	660×2	117×2	16 900
ТВЛ3	5000	20 000		16	0,2		3,15	6,3	2100×2	1120×2	16 900

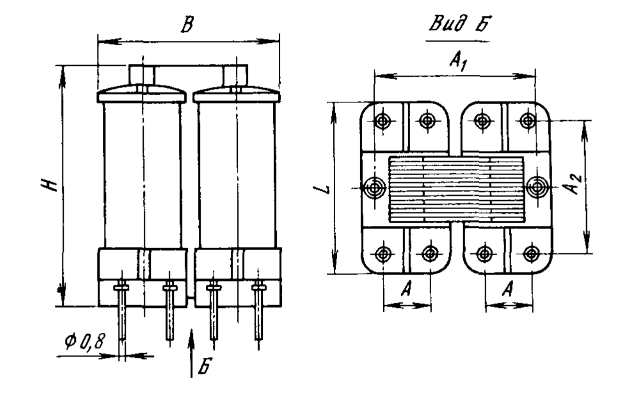


Рис. 4.8. Общий вид трансформаторов типа ТВТ10

и 4.8. Конструктивные размеры трансформаторов типа ТВТ приведены в табл. 4.12.

Конструкция трансформаторов ТВТ открытого типа выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур в пределах −60...+125 °С и воздействие механических нагрузок, причем изменение индуктивности первичной обмотки не превышает 10 % величины, измеренной до воздействия указанных факторов.

Конструкция трансформаторов обеспечивает их установку и монтаж на печатной плате в двух вариантах: без дополнительного крепления и с дополнительным креплением винтами М2. При установке трансформаторов на печатной плате монтажные выводы пропускают через отверстия в печатной плате, затем подгибают их вдоль печатных проводников на 1,5...3 мм и припаивают. Цоколевка выводов трансформаторов ТВЛ соответствует цоколевке электровакуумных приборов. Для правильной установки трансформатора на печатной плате имеется ключ и дополнительная маркировка первого вывода. Ключ отмечается, как правило, красной точкой на боковой стороне трансформатора. Отсчет выводов производится от первого вывода слева направо по часовой стрелке со стороны монтажа. При этом первый вывод относительно ключа располагается в левом верхнем углу. Для трансформаторов стержневой конструкции с одной катушкой ключом также является: магнитопровод, выступающий из катушки влево; для трансформаторов на стержневых магнитопроводах с двумя катушками – только красная точка.

Конструкция каркаса трансформатора получает дополнительную жесткость от армирования его монтажными выводами, расстояние между которыми соответствует шагу координатной сетки.

Для изготовления входных согласующих трансформаторов типа ТВТ применяют пластинчатые магнитопроводы стержневой конструкции, изготавливаемые из холоднокатаной ленты с высокой магнитной проницаемостью и повышенной индукцией технического насыщения марок 79НМА и 50Н. Магнитные параметры железоникелевых сплавов приведены в табл. 1.27.

Перечень применяемых магнитопроводов и значения предельной массы трансформаторов типа ТВТ приведены в табл. 4.12.

Трансформаторам присвоено сокращенное обозначение – ТВТ, где первая буква Т обозначает слово "трансформатор", вторая буква В – входной, третья буква Т – транзисторный. Трансформаторам присвоено также условное обозначение, которое применяется при заказе и при разработке конструкторской документации. Условное обозначение состоит из сокращенного обозначения трансформатора, типономинала и стандарта или ТУ, по которым выпускаются трансформаторы промышленностью и поставляются заказчику. Пример условного обозначения входного согласующего трансформатора с порядковым номером 10: трансформатор ТВТ10.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	−60...+125 °С
Повышенная температура окружающей среды:	
рабочая	+125 °С
предельная	+85 °С
Пониженная температура окружающей среды:	
рабочая	−60 °С
предельная	−60 °С
транспортирования	−60 °С
Температура перегрева обмоток трансформатора	+55 °С
Циклическое воздействие температур от предельной пониженной температуры до повышенной рабочей	−60...+125 °С
Относительная влажность воздуха при температуре +40 °С	98 %
Атмосферное давление воздуха	0,67...297 кПа (5 мм рт. ст. .... 3 кгс/см²)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...2000 Гц с ускорением	До 10 g (98,1 м/с²)
Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением	До 150 g (1472 м/с²)
Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением	До 1000 g (9810 м/с²)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением	До 50 g (492 м/с²)

Т а б л и ц а 4.12. **Конструктивные размеры входных согласующих трансформаторов типа ТВТ**

Обозначение трансформатора	Магнитопровод		B, мм	L, мм	H, мм	A, мм		A_1, мм		A_2, мм		Масса, г, не более
	типоразмер	материал				номинал	допускаемое отклонение	номинал	допускаемое отклонение	номинал	допускаемое отклонение	
ТВТ1–ТВТ9	ПБ2×4	79НМА	13	15	15	3	± 0,1	6	± 0,1	9	± 0,1	6
ТВТ10	ПБ4×8	50Н	27	19	27	6	± 0,1	21	± 1	15	± 0,1	35

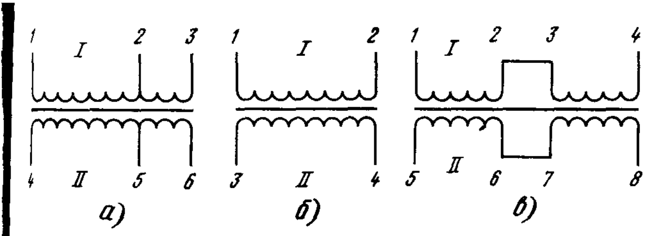


Рис. 4.9. Принципиальные электрические схемы трансформаторов типов:

а – ТВТ1 – ТВТ8; *б* – ТВТ9; *в* – ТВТ10

Акустические шумы в диапазоне частот 50...10 000 Гц с уровнем звукового давления	160 дБ
Минимальное значение вероятности безотказной работы в течение 1000 ч при достоверности 0,9	0,99
Долговечность трансформаторов типа ТВТ в режиме номинальной нагрузки	10 000 ч
Гарантийный срок хранения при температуре +5...+35 °С и относительной влажности до 80 %	12 лет

Основные параметры. Основные электромагнитные параметры и технические характеристики входных низкочастотных согласующих трансформаторов типа ТВТ приведены в табл. 4.13. Электрические принципиальные схемы трансформаторов ТВТ показаны на рис. 4.9.

Коэффициенты трансформации, приведенные в табл. 4.13, рассчитаны по следующим формулам:

$$n_1 = W_{4-5}/W_{1-3},\quad n_2 = W_{4-6}/W_{1-3},$$

$$n_3 = W_{4-5}/W_{1-2},\quad n_4 = W_{4-6}/W_{1-2},$$

где W_{1-2}, W_{1-3}, W_{4-5}, W_{4-6} — число витков обмотки с выводами 1—2, 1—3, 4—5, 4—6;

для трансформатора типа ТВТ9:

$$n_1 = W_{3-4}/W_{1-2},$$

где W_{3-4}, W_{1-2} — число витков обмотки с выводами 3—4, 1—2;

для трансформатора типа ТВТ10:

$$n_1 = W_{5-8}/W_{1-4},$$

где W_{1-4}, W_{5-8} — число витков обмотки с выводами 1—4, 5—8.

Дополнительные параметры и механические характеристики

Диапазон эффективно воспроизводимых частот	300...10 000 Гц
Неравномерность частотной характеристики на граничных частотах 300 и 10 000 Гц, не более	2 дБ
Коэффициент нелинейных искажений в диапазоне частот 300...10 000 Гц, не более	5 %
Резонансная частота трансформатора в диапазоне частот свыше	1000 Гц
Максимальное напряжение на обмотках постоянного тока, не более	100 В
Напряжение на обмотках по отношению к магнитопроводу	100 В
Максимальное испытательное напряжение на обмотках	500 В
Асимметрия по напряжению обмоток с одинаковым числом витков	3 %
Сопротивление изоляции между обмотками или между обмотками и металлическими частями, не менее	100 МОм
Максимальное отклонение коэффициента трансформации	5 %
Изменение индуктивности первичной обмотки при циклическом воздействии температур −60...125 °С, не более	10 %
КПД	0,85

Таблица 4.13. **Основные технические характеристики входных согласующих трансформаторов типа ТВТ**

Обозначение трансформатора	Входное сопротивление, Ом, на выводах		Сопротивление нагрузки, Ом, на выводах		Сопротивление обмоток по постоянному току при +20 °С, Ом		Индуктивность, Гн		Число витков первичной обмотки	Коэффициент трансформации			
	1–2	1–3	4–5	4–6	I	II	первичной обмотки	рассеяния		n_1	n_2	n_3	n_4
ТВТ1	50	100	250	500	10,9	130	0,035	0,003	290	1,7	2,4	2,4	3,45
ТВТ2	200	400			44		0,14	0,01	580	0,85	1,21	1,21	1,74
ТВТ3	600	1200			125		0,42	0,04	1000	0,49	0,7	0,7	1
ТВТ4	2500	5000			485		1,75	0,12	2000	0,245	0,35	0,35	0,5
ТВТ5	50	100			10,9		0,035	0,024	290	3,4	4,8	4,8	6,9
ТВТ6	200	400	1000	2000	44	520	0,14	0,01	580	1,7	2,4	2,4	3,45
ТВТ7	600	1200			125		0,42	0,03	1000	0,98	1,4	1,4	2
ТВТ8	2500	5000	1000	2000	485	520	1,75	0,12	2000	0,49	0,7	0,7	1
ТВТ9	50 000 (1—2)		500 (3—4)		4300	100	17,5	1,2	6300	0,11	—	—	—
ТВТ10	500 000 (1—4)		500 (5—8)		6500×2	97×2	175	12	10 000×2	0,035	—	—	—

4.5. Трансформаторы согласующие низкочастотные типа ТМ

Маломощные согласующие трансформаторы предназначены для согласования внутреннего сопротивления источника сигнала с входным сопротивлением каскадов УЗЧ в устройствах, выполненных совместно с ламповыми и полупроводниковыми приборами в диапазоне эффективно воспроизводимых частот 100...10 000 Гц с неравномерностью частотной характеристики на граничных частотах не более 3 дБ и коэффициентом нелинейных искажений не более 3 %. Они используются в низкочастотных трактах РЭА и АСС промышленного и бытового назначения. Трансформаторы типа ТМ разработаны для установки на печатных платах.

Промышленностью изготавливается один тип трансформатора ТМ трех конструктивных исполнений и 137 типономиналов на броневых и стержневых магнитопроводах. Трансформаторы изготавливаются с учетом воздействия на них механических и климатических факторов во всеклиматическом исполнении. Трансформаторы могут эксплуатироваться в макроклиматических районах с тропическим, тропическим сухим или влажным тропическим климатом. Виды и характеристики климатических и механических воздействий приведены в первой главе справочника. В зависимости от места размещения трансформаторов при эксплуатации их изготавливают по категориям размещения, виды которых приведены в табл. 1.45. Температура окружающего воздуха при эксплуатации трансформаторов в зависимости от категории размещения дана в табл. 1.49. Относительная влажность воздуха в сочетании с температурой окружающей среды приведена в табл. 1.50.

Виды и значения характеристик механических воздействующих факторов приведены в табл. 1.54. Значения пониженного и повышенного давления воздуха в обобщенной форме приведены в табл. 1.53. Если трансформаторы типа Т работают в диапазонах внешних воздействующих факторов, установленных для данного вида исполнения, то в конструкторской документации трансформаторов указывается более узкий или широкий диапазон значений. Например, если необходимо применить отличные от номинальных значений температуры внешней среды, то в соответствии с ГОСТ 5150—69 рекомендуется выбирать следующие значения: 1, —5, 10, —10, 20, —25, 30, —30, 40, 45, —45, 50, 55, 60, —60, 70, 85, —85, 100, —100, —120, 125, —150, 155, —196, 200, 250, 315, 400, 500 °С. Если необходимо установить отличные от номинальных значений давления воздуха или другого газа, указанных в табл. 1.53, то рекомендуется выбирать одно из следующих значений:

пониженное давление: значения, указанные в табл. 1.47; при этом предпочтительными являются значения, обозначенные прописными буквами русского алфавита;

повышенное давление воздуха или другого газа, кроме агрессивного: $1{,}47\cdot10^4$; $1{,}96\cdot10^4$; $2{,}44\cdot10^4$; $2{,}04\cdot10^4$; $5{,}88\cdot10^4$ кПа.

При монтаже трансформаторов на печатной плате применяется дополнительное крепление винтами М3.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры низкочастотных согласующих трансформаторов типа ТМ приведены на рис. 4.10—4.12. Конструктивные размеры и масса трансформаторов приведены в табл. 4.14.

Трансформаторы ТМ2-1 — ТМ2-14 изготавливают на магнитопроводах стержневой конструкции типа ПН и ПУ,

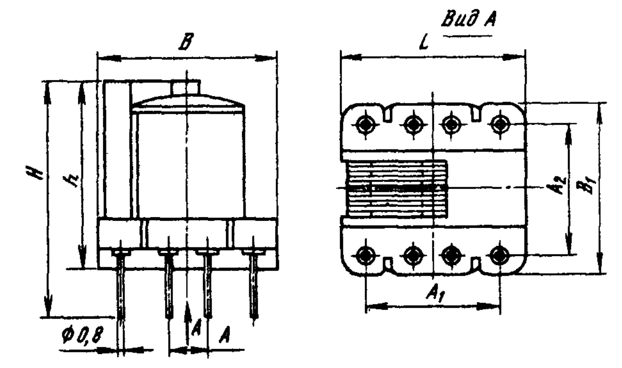


Рис. 4.10. Общий вид трансформаторов типов ТМ2-1 - ТМ2-14

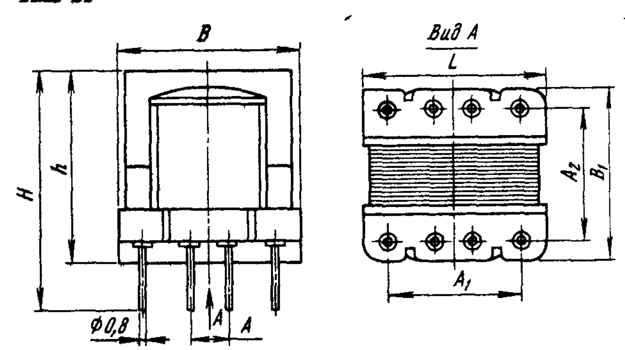


Рис. 4.11. Общий вид трансформаторов типов ТМ5-1 - ТМ5-54

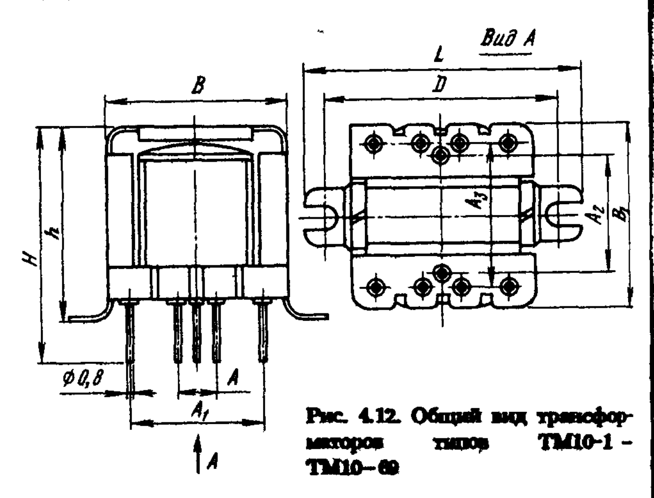


Рис. 4.12. Общий вид трансформаторов типов ТМ10-1 - ТМ10-69

остальные трансформаторы изготавливают на магнитопроводах броневой конструкции типа Ш.

Трансформаторы ТМ2-1 — ТМ2-14, ТМ5-1 — ТМ5-54 имеют проволочные выводы для установки на печатных платах и крепления на них с помощью распайки выводов. Трансформаторы ТМ10-1 — ТМ10-69 монтируют на печатной плате и крепят дополнительно винтами М3×10. Выводы трансформаторов пропускают в отверстия платы, подгибают вдоль проводников печатного монтажа на 1,5...3 мм и припаивают припоем ПОС-61. После установки на печатной плате трансформаторы покрывают двумя слоями лака, просушивают, что обеспечивает работоспособность при повышенной влажности и при всех температурных воздействиях и запас электрической прочности изоляции обмотки.

Т а б л и ц а 4.14. **Конструктивные размеры согласующих низкочастотных трансформаторов типа ТМ**

Обозначение трансформатора	Номер, мм	A, мм	A_1, мм	A_2, мм	A_3, мм	B, мм	B_1, мм	H, мм	h, мм	L, мм	D, мм	Масса, г, не более
ТМ2-1—ТМ2-14	4.10	2,5	12,5	10	—	16	16	22	16	16	—	6...35
ТМ5-1—ТМ5-54	4.11	2,5	12,5	12,5	—	16	17	22	16	16	—	12...142
ТМ10-1—ТМ10-69	4.12	5	15	15	20	22	25	25,5	20	37	30	18...255

Трансформаторам присвоено сокращенное обозначение ТМ, где буква Т обозначает слово "трансформатор", буква М — маломощный. Трансформаторам присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. Условное обозначение включает: слово "трансформатор", сокращенное обозначение типа трансформатора, мощность, мВ·А, и условный порядковый номер и обозначение стандарта или ТУ. Пример условного обозначения согласующего трансформатора низкой частоты типа ТМ мощностью 5 мВ·А и порядковым номером 25: трансформатор ТМ5-25.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	—60...+125 °С
Повышенная температура окружающей среды:	
рабочая с учетом перегрева обмоток трансформатора	+125 °С
предельная	+70 °С
Пониженная температура:	
рабочая	—60 °С
предельная	—60 °С
транспортирования	—60 °С
Циклическое воздействие температур	—60...+125 °С
Относительная влажность воздуха при температуре +40 °С	98 %
Атмосферное давление воздуха	0,67...297 кПа (5 мм рт. ст. ... 3 кгс/см²)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...2500 с ускорением, не более	30 g (294,3 м/с²)
Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением, не более	150 g (1472 м/с²)
Одиночные удары длительностью 9,2...1 мс с ускорением, не более	1000 g (9810 м/с²)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	100 g (981 м/с²)

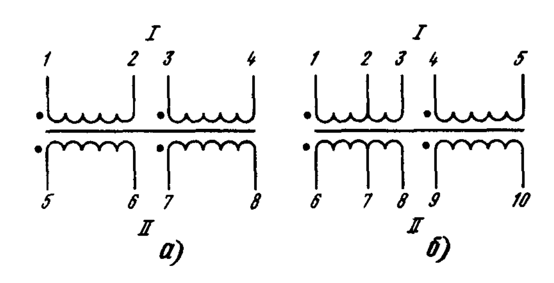


Рис. 4.13. Принципиальные электрические схемы согласующих маломощных трансформаторов типа ТМ:

а – ТМ2-1 – ТМ2-14, ТМ5-1 – ТМ5-54; *б* – ТМ10-1 – ТМ10-69

Акустические шумы в диапазоне частот 50...10 000 Гц с уровнем звукового давления, не менее	150 дБ
Иней, роса	Работоспособность сохраняется
95 %-ный срок сохраняемости, не менее	6 лет
Наработка на отказ в нормальных климатических условиях	10 000 ч
Гарантийный срок эксплуатации	5000 ч

Основные параметры. Электрические принципиальные схемы трансформаторов согласующих маломощных типа ТМ показаны на рис. 4.13. Технические характеристики и электрические параметры трансформаторов типа ТМ приведены в табл. 4.15. Электрические параметры приведены для первичной обмотки при соединении выводов 2—3 и 3—4 и для вторичной обмотки при соединении выводов 6—7 и 8—9.

Т а б л и ц а 4.15. **Электрические параметры и технические характеристики согласующих низкочастотных трансформаторов типа ТМ**

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Напряжение первичной обмотки, В		Индуктивность первичной обмотки, Гн	Коэффициент трансформации
		входное	выходное	I	II	эффективное	измерительное		
ТМ2-1		200	12,5	7,5×2	0,7×2	0,2		0,16	0,27
ТМ2-2			25		1,4×2				0,39
ТМ2-3			12,5		0,7×2		0,05		0,19
ТМ2-4		400	25	14×2	0,3	0,3		0,32	0,27
ТМ2-5	0,002		200		11×2				0,77

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Напряжение первичной обмотки, В		Индуктивность первичной обмотки, Гн	Коэффициент трансформации
		входное	выходное	I	II	эффективное	измерительное		
ТМ2-6	0,002	3200	12,5	130×2	0,7×2	0,8	0,1	2,6	0,07
ТМ2-7			25		1,4×2				0,1
ТМ2-8			200		11×2				0,27
ТМ2-9			400		30×2				0,39
ТМ2-10		6400	12,5	280×2	0,7×2	1,2		5,1	0,05
ТМ2-11			25		1,4×2				0,07
ТМ2-12			200		11×2				0,19
ТМ2-13			400		30×2				0,27
ТМ2-14			3200		220×2				0,77
ТМ5-1	0,005	200	12,5	12×2	1,4×2	1	0,03	0,16	0,29
ТМ5-2			17,5		1,6×2				0,34
ТМ5-3			25		2,5×2				0,41
ТМ5-4			35		3,5×2				0,48
ТМ5-5		282	12,5	20×2	1,4×2	1,2		0,22	0,24
ТМ5-6			17,5		1,6×2				0,29
ТМ5-7			25		2,5×2				0,34
ТМ5-8			35		3,5×2				0,41
ТМ5-9			200		19×2				0,97
ТМ5-10		400	12	25×2	1,4×2	1,4		0,32	0,2
ТМ5-11			17,5		1,6×2				0,24
ТМ5-12			25		2,5×2				0,29
ТМ5-13			35		3,5×2				0,34
ТМ5-14			200		10×2				0,81
ТМ5-15			282		32×2				0,97
ТМ5-16		564	12,5	35×2	1,4×2	1,7		0,45	0,17
ТМ5-17			17,5		1,6×2				0,2
ТМ5-18			25		2,5×2				0,24
ТМ5-19			35		3,5×2				0,29
ТМ5-20			200		19×2				0,69
ТМ5-21			282		32×2				0,81
ТМ5-22			400		39×2				0,97
ТМ5-23		3200	12,5	240×2	1,4×2	4	0,15	2,6	0,07
ТМ5-24			17,5		1,6×2				0,086
ТМ5-25			25		2,5×2				0,1
ТМ5-26			35		3,5×2				0,12
ТМ5-27			200		19×2				0,29
ТМ5-28			282		32×2				0,34
ТМ5-29			400		39×2				0,41
ТМ5-30			564		55×2				0,48
ТМ5-31		4512	12,5	280×2	1,4×2	4,8		3,6	0,06
ТМ5-32			17,5		1,6×2				0,07
ТМ5-33			25		2,5×2				0,086
ТМ5-34			35		3,5×2				0,1
ТМ5-35			200		19×2				0,24
ТМ5-36			282		32×2				0,29
ТМ5-37			400		39×2				0,34
ТМ5-38			564		55×2				0,41

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Напряжение первичной обмотки, В		Индуктивность первичной обмотки, Гн	Коэффициент трансформации
		входное	выходное	I	II	эффективное	измерительное		
ТМ5-39	0,005		12,5		1,4×2		0,15		0,05
ТМ5-40			17,5		1,6×2				0,06
ТМ5-41			25		2,5×2				0,07
ТМ5-42		6400	35	340×2	3,5×2	5,7		5,1	0,086
ТМ5-43			200		19×2				0,2
ТМ5-44			282		32×2				0,24
ТМ5-45			400		39×2				0,29
ТМ5-46			564		55×2				0,34
ТМ5-47		9024	12,5	700×2	1,4×2	6,7		7,2	0,04
ТМ5-48			17,5		1,6×2				0,05
ТМ5-49			25		2,5×2				0,06
ТМ5-50			35		3,5×2				0,07
ТМ5-51		9024	200	700×2	19×2	6,7	0,15	7,2	0,17
ТМ5-52			282		32×2				0,2
ТМ5-53			400		39×2				0,24
ТМ5-54			564		55×2				0,29
ТМ10-1			17,5		0,7×2				0,27
ТМ10-2		282	35	7,5×2	1,4×2	1,7		0,22	0,38
ТМ10-3			70,5		3×2				0,54
ТМ10-4			141		6,5×2				0,76
ТМ10-5	0,01		17,5		0,7×2		0,07		0,19
ТМ10-6			35		1,4×2				0,27
ТМ10-7		564	70,5	19×2	3×2	2,4		0,45	0,38
ТМ10-8			141		6,5×2				0,54
ТМ10-9			282		13×2				0,76
ТМ10-10			17,5		0,7×2				0,135
ТМ10-11		1128	35	40×2	1,4×2	3,4	0,15	0,9	0,19
ТМ10-12			70,5		3×2				0,27
ТМ10-13			141		6,5×2				0,38
ТМ10-14			282		13×2				0,54
ТМ10-15			564		24×2				0,76
ТМ10-16			17,5		0,7×2		0,15		0,095
ТМ10-17			35		1,4×2				0,135
ТМ10-18			70,5		3×2				0,19
ТМ10-19		2256	141	88×2	6,5×2	4,8		1,8	0,27
ТМ10-20			282		13×2				0,38
ТМ10-21			564		24×2				0,54
ТМ10-22			1128		60×2				0,76
ТМ10-23			17,5		0,7×2				0,067
ТМ10-24			35		1,4×2				0,095
ТМ10-25			70,5		3×2				0,135
ТМ10-26		4512	141	170×2	6,5×2	6,8	0,3	3,6	0,19
ТМ10-27			282		13×2				0,27
ТМ10-28			564		24×2				0,38
ТМ10-29			1126		60×2				0,54
ТМ10-30			2256		145×2				0,76
ТМ10-31			17,5		0,7×2				0,05
ТМ10-32			35		1,4×2				0,067
ТМ10-33			70,5		3×2				0,095

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Напряжение первичной обмотки, В		Индуктивность первичной обмотки, Гн	Коэффициент трансформации
		входное	выходное	I	II	эффективное	измерительное		
ТМ10-34			141		6,5×2				0,135
ТМ10-35		9024	282	520×2	13×2	9,6	0,3	7,2	0,19
ТМ10-36			564		24×2				0,27
ТМ10-37			1128		60×2				0,38
ТМ10-38			2256		145×2				0,54
ТМ10-39			4512		285×2				0,76
ТМ10-40	0,01		17,5		0,7×2				0,034
ТМ10-41			35		1,4×2				0,05
ТМ10-42			70,5		3×2		0,6		0,067
ТМ10-43			141		6,5×2				0,095
ТМ10-44		18048	282	750×2	13×2	13,6		14,3	0,135
ТМ10-45			564		24×2				0,19
ТМ10-46			1128		60×2				0,27
ТМ10-47			2256		145×2				0,38
ТМ10-48			4512		285×2				0,54
ТМ10-49			9024		800×2				0,76
ТМ10-50			17,5		0,7×2				0,024
ТМ10-51			35		1,4×2				0,034
ТМ10-52			70,5		3×2				0,05
ТМ10-53			141		6,5×2				0,067
ТМ10-54		36096	282	1800×2	13×2	19,2		28,6	0,095
ТМ10-55			564		24×2				0,135
ТМ10-56			1128		60×2				0,19
ТМ10-57			2256		145×2				0,27
ТМ10-58			4512		285×2				0,38
ТМ10-59			9024		800×2				0,54
ТМ10-60			17,5		0,7×2				0,017
ТМ10-61			35		1,4×2				0,024
ТМ10-62			70,5		3×2				0,034
ТМ10-63		72190	141	2600×2	6,5×2	27	1	57,3	0,05
ТМ10-64			282		13×2				0,067
ТМ10-65			564		24×2				0,095
ТМ10-66			1128		60×2				0,135
ТМ10-67			2256		145×2				0,19
ТМ10-68			4512		285×2				0,27
ТМ10-69			9024		800×2				0,38

Дополнительные электрические параметры

Диапазон эффективно воспроизводимых частот . . . . 100...10 000 Гц
Неравномерность частотной характеристики на граничных частотах 100 и 10 000 Гц, не более . . . . 3 дБ
Коэффициент нелинейных искажений в диапазоне частот 100...10 000 Гц, не более . . . . 3 %
Номинальная мощность трансформаторов . . . . 0,002...6 В·А
Сопротивление изоляции между первичной и вторичной обмотками, а также между каждой обмоткой и обоймой в нормальных условиях, не менее . . . . 1000 МОм
Максимальное испытательное напряжение на первичной обмотке, не менее . . . . . 100 В
Максимальное отклонение коэффициента трансформации . . . . 5 %
КПД 0,85

4.6. Трансформаторы согласующие типа Т

Низкочастотные согласующие трансформаторы малой мощности типа Т предназначены для согласования внутреннего сопротивления источника сигнала с входным сопротивлением каскадов УЗЧ, выполненных на электровакуумных и полупроводниковых приборах. Они используются в различных функциональных узлах бытовой РЭА, УЗЧ и аппаратуре промышленного назначения. Трансфор-

маторы обеспечивают устойчивую работу аппаратуры в диапазоне эффективно воспроизводимых частот 100...10 000 Гц с неравномерностью частотной характеристики на граничных частотах не более 3 дБ и коэффициентом нелинейных искажений не более 3 %. Трансформаторы согласующие типа Т мощностью 0,5...6 В·А предназначены для печатного монтажа, мощностью 25 В·А — для объемного монтажа.

Промышленностью изготавливаются два типа конструкции трансформаторов, 291 типономинал на унифицированных магнитопроводах типа Ш. Трансформаторы изготавливают в тропическом исполнении, и их можно эксплуатировать в большинстве макроклиматических районах страны. Виды и характеристики климатических воздействий внешней среды в соответствии с требованиями государственных стандартов рассмотрены в первой главе справочника. В зависимости от конкретных условий эксплуатации трансформаторы типа Т изготавливают также с учетом механических воздействий, виды и характеристики которых в соответствии с требованиями ГОСТ 16962—89 приведены в первой главе справочника.

Размещение трансформаторов типа Т в блоках и узлах РЭА бытового назначения определяется установленными категориями размещения, виды которых приведены в табл. 1.45. Температура окружающей среды при эксплуатации трансформаторов в зависимости от категории размещения дана в табл. 1.49. Рабочие значения влажности воздуха (сочетания относительной влажности и температуры) приведены в табл. 1.50.

Виды и значения характеристик механических воздействующих факторов и значения пониженного и повышенного давления воздуха приведены в табл. 1.54 и 1.53. Если трансформаторы типа Т работают в иных диапазонах внешних воздействующих факторов, установленных для конкретного климатического исполнения РЭА, то в конструкторской документации на трансформаторы типа Т указывается более узкий или более широкий диапазон значений. Когда трансформаторы используют при температуре внешней среды, отличной от номинальной, то в соответствии с требованиями ГОСТ 15150—89 рекомендуется выбирать следующие ее значения: 1, —5, 10, —10, 20, —25, 30, —30, 40, 45, —45, 50, 55, 60, —60, 70, 85, —85, 100, —100, —120, 125, —150, 155, —196, 200, 250, 315, 400, 500 °С. При необходимости установить отличные от номинальных значений давления воздуха или другого газа, указанных в табл. 1.53, рекомендуется выбирать одно из следующих значений:

пониженное давление: значения, указанные в табл. 1.47, при этом предпочтительными являются значения, обозначенные в таблице прописными буквами русского алфавита;

повышенное давление воздуха или другого газа, кроме агрессивного: $1{,}47\cdot10^4$; $1{,}96\cdot10^4$; $2{,}44\cdot10^4$; $2{,}04\cdot10^4$; $5{,}88\cdot10^4$ кПа.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры согласующих трансформаторов звуковой частоты типа Т показаны на рис. 4.14—4.16. Конструктивные размеры и масса трансформаторов типа Т приведены в табл. 4.16.

Трансформаторы монтируют на печатной плате и крепят винтами М3-10 с гайками М3, шайбами 3 (с двух сторон) и пружинной шайбой 3Н. Трансформаторы типа Т25 крепят винтами М4 с гайками М4, шайбами 4 и пружинной шайбой 4Н. Выводы трансформаторов типа Т пропускают в отверстия платы, подгибают вдоль проводников печатного монтажа на 1,5...3 мм и припаивают припоем ПОС-61.

Трансформаторы типа Т изготавливают на магнитопроводах броневой конструкции типа Ш или ШЛ. Технические характеристики магнитопроводов рассмотрены во второй главе справочника.

Рис. 4.14. Общий вид согласующих низкочастотных трансформаторов типов ТО,5-1 – ТО,5-59; ТО,7-1 – ТО,7-69

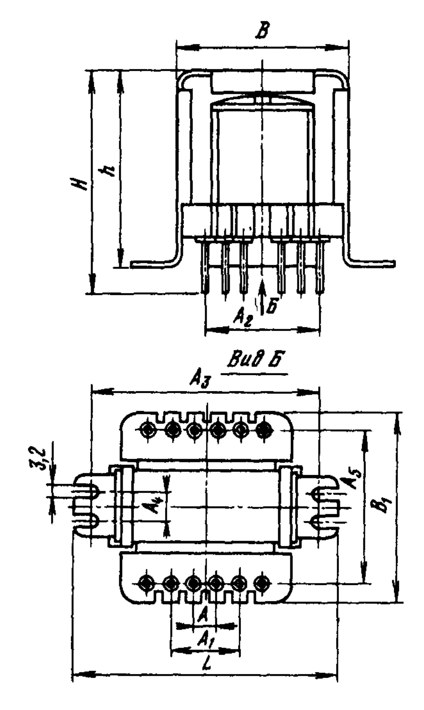


Рис. 4.15. Общий вид согласующих низкочастотных трансформаторов типов Т2-1 – Т2-59; Т3-1, – Т3-45; Т4-1 – Т4-19; Т6-1 – Т6-30

Таблица 4.16. **Конструктивные размеры согласующих низкочастотных трансформаторов типа Т**

Обозначение трансформатора	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	A_2, мм	A_3, мм	A_4, мм	A_5, мм	B, мм	B_1, мм	H, мм	L, мм	h, мм	Масса, г, не более
Т0,5-1–Т0,5-59	4.14	5	10	15	30	17,5	22,5	23	27	28,5	37	23	18...36
Т0,7-1–Т0,7-69	4.14	5	10	15	35	17,5	22,5	27	29	31,5	42	26	20...44
Т2-1–Т2-59	4.15	5	15	25	45	7,5	30	36	39	39	52	34	28...58
Т3-1–Т3-45	4.15	5	15	25	50	10	35	44	46	46	57	41	45...87
Т4-1–Т4-19	4.15	5	15	25	60	15	40	52	56	53	67	47	56...110
Т6-1–Т6-30	4.15	5	15	25	60	15	40	52	56	53	67	47	50...120
Т25-1–Т25-10	4.16	16	32	–	84	15	–	45	69	65	101	–	80...250

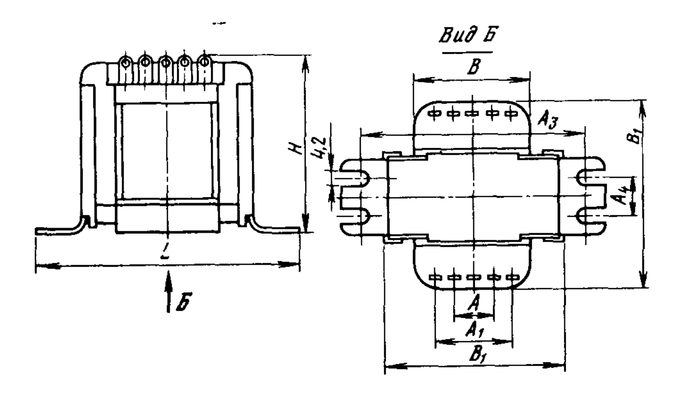


Рис. 4.16. Общий вид согласующих низкочастотных трансформаторов типов Т25-1 – Т25-10; ТС-200К

Технологический процесс установки и монтажа трансформаторов на печатной плате предусматривает лакирование поверхностей двумя слоями лака с последующей просушкой, что обеспечивает необходимый запас электрической прочности изоляции обмоток. Конструкция трансформаторов выдерживает без обрывов в обмотках и изменения тока холостого хода многократное циклическое воздействие температур –60...+100 °С. Трансформаторы выдерживают воздействие: пониженного атмосферного давления 0,67 кПа, инея и росы.

Конструкция трансформаторов обеспечивает безотказную работу в течение 1000 ч при минимальной достоверности 0,9 и минимальной вероятности P_2 = 0,999.

Трансформаторам согласующим низкочастотным типа Т присвоено сокращенное обозначение "Т". Трансформаторам присвоено также условное обозначение, которое применяется при заказе трансформаторов у промышленности и при разработке конструкторской документации. Условное обозначение трансформаторов включает: слово "трансформатор", сокращенное обозначение типа трансформатора, мощность трансформатора, мВ·А, условного порядкового номера и обозначения стандарта или ТУ. Пример условного обозначения согласующего трансформатора низкочастотного типа Т мощностью 3 мВ·А и порядковым номером 35: трансформатор Т3-35.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	–60...+125 °С
Повышенная температура окружающей среды:	
рабочая с учетом перегрева обмоток трансформатора	125 °С
предельная	85 °С
Пониженная температура:	
рабочая	–60 °С
предельная	–60 °С
транспортирования	–60 °С
Смена температур (циклическое многократное воздействие)	–60...+100 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С	98 %
Атмосферное давление воздуха	0,666...297 кПа (5 мм рт. ст. ... 3 кгс/см²)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...2500 Гц с ускорением, не более	30 g (294,3 м/с²)
Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением, не более	150 g (1472 м/с²)
Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением, не более	1000 g (9810 м/с²)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	100 g (981 м/с²)
Акустические шумы в диапазоне частот 50...10 000 Гц с уровнем звукового давления, не менее	150 дБ
95 %-ный срок сохраняемости, не менее	10 лет
Наработка на отказ в нормальных климатических условиях	10 000 ч
Гарантийный срок эксплуатации	5000 ч
Иней, роса, непрерывная радиация	Работоспособность сохраняется

Основные параметры. Основные электрические параметры и технические характеристики согласующих низкочастотных трансформаторов типа Т приведены в табл. 4.17. Электрические принципиальные схемы трансформаторов показаны на рис. 4.17. Электрические пара-

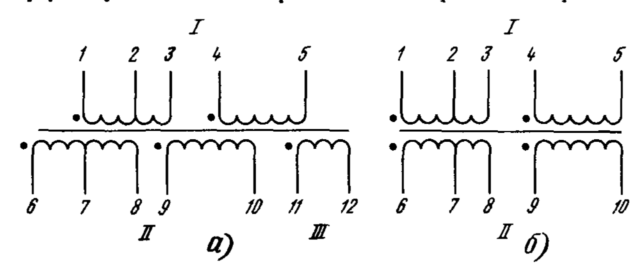


Рис. 4.17. Принципиальные электрические схемы согласующих низкочастотных трансформаторов типов:

а – ТО,5-1 – ТО,5-59, ТО,7-1 – ТО,7-69, Т2-1 – Т2-59, Т3-1 – Т3-45, Т4-1 – Т4-19, Т6-1 – Т6-30; *б* – Т25-1 – Т25-10

метры в табл. 4.17 даны для первичной обмотки при соединении выводов 3—4 и для вторичной обмотки при соединении выводов 8—9.

Дополнительные электрические параметры

Диапазон эффективно воспроизводимых частот . . . . 100...10 000 Гц
Неравномерность частотной характеристики на граничных частотах 100 и 1000 Гц, не более . . . . 3 дБ
Коэффициент нелинейных искажений в рабочем диапазоне частот 100...10 000 Гц, не более . . . . 3 %
Сопротивление изоляции между первичной и вторичной обмотками и между каждой обмоткой и корпусом в нормальных условиях, не менее . . . . 1000 МОм
КПД . . . . 82 %
Эффективное напряжение первичной обмотки, не более . . . . 100 В
Постоянное испытательное напряжение, не более . . . . 500 В
Максимальное отклонение коэффициента трансформации . . . . 5 %

Таблица 4.17. **Электрические параметры согласующих низкочастотных трансформаторов типа Т**

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом		Напряжение первичной обмотки, В		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Индуктивность первичной обмотки, Гн	Ток подмагничивания, мА	Коэффициент трансформации
		входное	выходное	эффективное	измерительное	I	II			
Т0,5-1			9				1,7×2			0,28
Т0,5-2		141	17,5	10		14×2	3×2	0,11	13	0,4
Т0,5-3			35				6×2			0,56
Т0,5-4	0,5		70,5		0,1		11×2			0,79
Т0,5-5			9				1,7×2			0,2
Т0,5-6		282	17,5	15		29×2	3×2	0,22	9	0,28
Т0,5-7			35				6×2			0,4
Т0,5-8			70,5				11×2			0,56
Т0,5-9			141				23×2			0,79
Т0,5-10			9				1,7×2			0,14
Т0,5-11			17,5				3×2			0,2
Т0,5-12		564	35	21		56×2	6×2	0,45	6	0,28
Т0,5-13			70,5				11×2			0,4
Т0,5-14			141				23×2			0,56
Т0,5-15			282				45×2			0,79
Т0,5-16			9				1,7×2			0,1
Т0,5-17			17,5				3×2			0,14
Т0,5-18			35				6×2			0,2
Т0,5-19		1128	70,5	30	0,25	102×2	11×2	0,9	4,4	0,28
Т0,5-20			141				23×2			0,4
Т0,5-21			282				45×2			0,56
Т0,5-22			564				90×2			0,79
Т0,5-23			9				1,7×2			0,07
Т0,5-24		2256	17,5	42	0,5	250×2	3×2	1,8	3	0,01
Т0,5-25			35				6×2			0,14
Т0,5-26			70,5				11×2			0,2
Т0,5-27			141				23×2			0,28
Т0,5-28			282				45×2			0,4
Т0,5-29			564				90×2			0,56
Т0,5-30			1128				220×2			0,79
Т0,5-31			9				1,7×2			0,05
Т0,5-32			17,5				3×2			0,07
Т0,5-33			35				6×2			0,1
Т0,5-34		4512	70,5	60		520×2	11×2	3,6	2	0,14
Т0,5-35			141				23×2			0,2
Т0,5-36			282				45×2			0,28

Продолжение табл. 4.17

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом		Напряжение первичной обмотки, В		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Индуктивность первичной обмотки, Гн	Ток подмагничивания, мА	Коэффициент трансформации
		входное	выходное	эффективное	измерительное	I	II			
Т0,5-37			564				90×2			0,4
Т0,5-38			1128				220×2			0,56
Т0,5-39			2256				510×2			0,79
Т0,5-40			9				1,7×2			0,035
Т0,5-41		9024	17,5	84	1	1150×2	3×2	7,2	1,6	0,05
Т0,5-42			35				6×2			0,07
Т0,5-43			70,5				11×2			0,1
Т0,5-44			141				23×2			0,14
Т0,5-45			282				45×2			0,2
Т0,5-46			564				90×2			0,28
Т0,5-47			1128				220×2			0,4
Т0,5-48			2256				510×2			0,56
Т0,5-49			4512				1140×2			0,79
Т0,5-50	0,5		9				1,7×2			0,025
Т0,5-51			17,5				3×2			0,035
Т0,5-52			35				6×2			0,05
Т0,5-53			70,5				11×2			0,07
Т0,5-54		18048	141	120		1630×2	23×2	14,3	1	0,1
Т0,5-55			282				45×2			0,14
Т0,5-56			564				90×2			0,2
Т0,5-57			1128				220×2			0,28
Т0,5-58			2256				510×2			0,4
Т0,5-59			4512				1140×2			0,56
Т0,7-1			9				1,7×2			0,28
Т0,7-2			17,5				2,5×2			0,39
Т0,7-3		141	35	13		12×2	5×2	0,11	16	0,55
Т0,7-4			70,5				10×2			0,78
Т0,7-5			9				1,7×2			0,2
Т0,7-6			17,5	0,2			2,5×2			0,28
Т0,7-7		282	35	18		24×2	5×2	0,22	11	0,39
Т0,7-8			70,5				10×2			0,55
Т0,7-9			141				23×2			0,78
Т0,7-10	0,7		9				1,7×2			0,14
Т0,7-11			17,5				2,5×2			0,2
Т0,7-12		564	35	25	0,5	48×2	5×2	0,45	8	0,28
Т0,7-13			70,5				10×2			0,39
Т0,7-14			141				23×2			0,55
Т0,7-15			282				45×2			0,78
Т0,7-16			9				1,7×2			0,1
Т0,7-17		1128	17,5	35		100×2	2,5×2	0,9	6	0,14
Т0,7-18			35				5×2			0,2
Т0,7-19			70,5				10×2			0,28
Т0,7-20			141		0,5		23×2			0,39
Т0,7-21			282				45×2			0,55
Т0,7-22			564				90×2			0,78
Т0,7-23			9				1,7×2			0,07
Т0,7-24			17,5				2,5×2			0,1
Т0,7-25			35				5×2			0,14
Т0,7-26		2256	70,5	50	0,8	230×2	10×2	1,8	4	0,2
Т0,7-27			141				23×2			0,28
Т0,7-28			282				45×2			0,39

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом: входное	Сопротивление, Ом: выходное	Напряжение первичной обмотки, В: эффективное	Напряжение первичной обмотки, В: измерительное	Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом: I	Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом: II	Индуктивность первичной обмотки, Гн	Ток подмагничивания, мА	Коэффициент трансформации
Т0,7-29	0,7		564				90×2			0,55
Т0,7-30			1128				165×2			0,78
Т0,7-31		4512	9	70	0,8	630×2	1,7×2	3,6	3	0,05
Т0,7-32			17,5				2,5×2			0,07
Т0,7-33			35				5×2			0,1
Т0,7-34			70,5				10×2			0,14
Т0,7-35			141				23×2			0,2
Т0,7-36			282				45×2			0,28
Т0,7-37			564				90×2			0,39
Т0,7-38			1128				165×2			0,55
Т0,7-39			2256				330×2			0,78
Т0,7-40		9024	9	100	1,6	1300×2	1,7×2	7,2	2	0,035
Т0,7-41			17,5				2,5×2			0,05
Т0,7-42			35				5×2			0,07
Т0,7-43			70,5				10×2			0,1
Т0,7-44			141				23×2			0,14
Т0,7-45			282				45×2			0,2
Т0,7-46			564				90×2			0,28
Т0,7-47			1128				165×2			0,39
Т0,7-48			2256				330×2			0,55
Т0,7-49			4512				860×2			0,78
Т0,7-50		18048	9	140	1,6	1900×2	1,7×2	14,3	1,5	0,025
Т0,7-51			17,5				2,5×2			0,035
Т0,7-52			35				5×2			0,05
Т0,7-53			70,5				10×2			0,07
Т0,7-54			141				23×2			0,1
Т0,7-55			282				45×2			0,14
Т0,7-56			564				90×2			0,2
Т0,7-57			1128				165×2			0,28
Т0,7-58			2256				330×2			0,39
Т0,7-59			4512				860×2			0,55
Т0,7-60		36096	9	200	2,6	2500×2	1,7×2	20	1	0,017
Т0,7-61			17,5				2,5×2			0,025
Т0,7-62			35				5×2			0,035
Т0,7-63			70,5				10×2			0,05
Т0,7-64			141				23×2			0,07
Т0,7-65			282				45×2			0,1
Т0,7-66			564				90×2			0,14
Т0,7-67			1128				165×2			0,2
Т0,7-68			2256				330×2			0,28
Т0,7-69			4512				860×2			0,39
Т2-1	2	141	9	17	0,3	6×2	1×2	0,11	24	0,27
Т2-2			17,5				1×2			0,37
Т2-3			35				2,3×2			0,53
Т2-4			70,5				4,3×2			0,75
Т2-5		282	9	24	0,3	10×2	1×2	0,22	17	0,19
Т2-6			17,5				1×2			0,27
Т2-7			35				2,3×2			0,37
Т2-8			70,5				4,3×2			0,53
Т2-9			141				9×2			0,75

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом		Напряжение первичной обмотки, В		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Индуктивность первичной обмотки, Гн	Ток подмагничивания, мА	Коэффициент трансформации
		входное	выходное	эффективное	измерительное	I	II			
Т2-10			9				1×2			0,13
Т2-11			17,5				1×2			0,19
Т2-12		564	35	34		22×2	2,3×2	0,45	12	0,27
Т2-13			70,5				4,3×2			0,37
Т2-14			141				9×2			0,53
Т2-15			282				18×2			0,75
Т2-16			9		0,6		1×2			0,1
Т2-17			17,5				1×2			0,13
Т2-18		1128	35	48		44×2	2,3×2	0,9	9	0,19
Т2-19			70,5				4,3×2			0,27
Т2-20			141				9×2			0,37
Т2-21			282				18×2			0,53
Т2-22			564				35×2			0,75
Т2-23			9				1×2			0,07
Т2-24			17,5				1×2			0,1
Т2-25			35				2,3×2			0,13
Т2-26		2256	70,5	68		90×2	4,3×2	1,8	6,5	0,19
Т2-27			141				9×2			0,27
Т2-28			282				18×2			0,37
Т2-29			564				35×2			0,53
Т2-30			1128				71×2			0,75
Т2-31	2		9				1×2			0,05
Т2-32			17,5		1,2		1×2			0,07
Т2-33			35				2,3×2			0,1
Т2-34			70,5				4,3×2			0,13
Т2-35		4512	141	96		180×2	9×2	3,6	4,5	0,19
Т2-36			282				18×2			0,27
Т2-37			564				35×2			0,37
Т2-38			1128				71×2			0,53
Т2-39			2256				143×2			0,75
Т2-40			9				1×2			0,035
Т2-41			17,5				1×2			0,05
Т2-42			35				2,3×2			0,07
Т2-43			70,5				4,3×2			0,1
Т2-44		9024	141	136		400×2	9×2	7,2	3	0,13
Т2-45			282				18×2			0,19
Т2-46			564				35×2			0,27
Т2-47			1128				71×2			0,37
Т2-48			2256				143×2			0,53
Т2-49			4512		2,4		310×2			0,75
Т2-50			9				1×2			0,025
Т2-51			17,5				1×2			0,035
Т2-52			35				2,3×2			0,05
Т2-53		18048	70,5	192		620×2	4,3×2	14,3	2	0,07
Т2-54			141				9×2			0,1
Т2-55			282				18×2			0,13
Т2-56			564				35×2			0,19
Т2-57			1128				71×2			0,27
Т2-58		18048	2256	192		620×2	143×2	14,3	2	0,37
Т2-59			4512				310×2			0,53
Т3-1			9				0,3×2			0,18
Т3-2			17,5				0,5×2			0,25

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом		Напряжение первичной обмотки, В		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Индуктивность первичной обмотки, Гн	Ток подмагничивания, мА	Коэффициент трансформации
		входное	выходное	эффективное	измерительное	I	II			
Т3-3		282	35	29		5×5	1,3×2	0,22	25	0,36
Т3-4			70,5				2,8×2			0,51
Т3-5			141				4,5×2			0,73
Т3-6			9		0,5		0,3×2			0,13
Т3-7			17,5				0,5×2			0,18
Т3-8		564	35	41		10×2	1,3×2	0,45	18	0,25
Т3-9			70,5				2,8×2			0,36
Т3-10			141				4,5×2			0,51
Т3-11			282				10×2			0,73
Т3-12			9				0,3×2			0,09
Т3-13			17,5				0,5×2			0,13
Т3-14		1128	35	58	1	23×2	1,3×2	0,9	13	0,18
Т3-15			70,5				2,8×2			0,25
Т3-16			141				4,5×2			0,36
Т3-17			282				10×2			0,51
Т3-18		1128	564	58		23×2	18×2	0,9	13	0,73
Т3-19			9				0,3×2			0,065
Т3-20			17,5				0,5×2			0,09
Т3-21			35				1,3×2			0,13
Т3-22		2256	70,5	82	1	45×2	2,8×2	1,8	9	0,18
Т3-23			141				4,5×2			0,25
Т3-24			282				10×2			0,36
Т3-25			564				18×2			0,51
Т3-26	3		1128				36×2			0,73
Т3-27			9				0,3×2			0,045
Т3-28			17,5				0,5×2			0,065
Т3-29			35				1,3×2			0,09
Т3-30			70,5				2,8×2			0,13
Т3-31		4512	141	116	2	92×2	4,5×2	3,6	6	0,18
Т3-32			282				10×2			0,25
Т3-33			564				18×2			0,36
Т3-34			1128				36×2			0,51
Т3-35			2256				60×2			0,73
Т3-36			9				0,3×2			0,03
Т3-37			17,5				0,5×2			0,045
Т3-38			35				1,3×2			0,065
Т3-39			70,5				2,8×2			0,09
Т3-40		9024	141	164	2	183×2	4,5×2	7,2	4,5	0,13
Т3-41			282				10×2			0,18
Т3-42			564				18×2			0,25
Т3-43			1128				36×2			0,36
Т3-44			2256				60×2			0,51
Т3-45			4512				105×2			0,73
Т4-1			9				0,3×2			0,05
Т4-2			17,5				0,5×2			0,06
Т4-3			35				0,8×2			0,09
Т4-4	4	4512	70,5	125	3	100×2	1,6×2	3,6	7	0,13
Т4-5			141				3,5×2			0,18
Т4-6			282				6,5×2			0,26
Т4-7			564				14×2			0,36
Т4-8			1128				28×2			0,52
Т4-9		4512	2256	125	3	100×2	60×2	3,6	7	0,72

Обозначение трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Сопротивление, Ом		Напряжение первичной обмотки, В		Сопротивление обмоток постоянному току при +20 °С, Ом		Индуктивность первичной обмотки, Гн	Ток подмагничивания, мА	Коэффициент трансформации
		входное	выходное	эффективное	измерительное	I	II			
Т4-10			9				0,3×2			0,03
Т4-11			17,5				0,5×2			0,05
Т4-12			35				0,8×2			0,06
Т4-13			70,5				1,6×2			0,09
Т4-14			141				3,5×2			0,13
Т4-15	4	9024	282	175	4	180×2	6,5×2	7,2	5	0,18
Т4-16			564				14×2			0,26
Т4-17			1128				28×2			0,36
Т4-18			2256				60×2			0,52
Т4-19			4512				120×2			0,72
Т6-1			9				0,3×2			0,25
Т6-2		141	17,5	34		2,6×2	0,5×2	0,11	49	0,36
Т6-3			35				0,9×2			0,5
Т6-4	6		70,5		0,6		1,8×2			0,71
Т6-5			9				0,3×2			0,18
Т6-6		282	17,5	50		5×2	0,5×2	0,22	35	0,25
Т6-7			35				0,9×2			0,36
Т6-8			70,5				1,8×2			0,5
Т6-9			141				3,6×2			0,71
Т6-10			9				0,3×2			0,1
Т6-11			17,5				0,5×2			0,18
Т6-12		564	35	68	1,2	10×2	0,9×2	0,45	25	0,25
Т6-13			70,5				1,8×2			0,36
Т6-14			141				3,6×2			0,5
Т6-15			282				7×2			0,71
Т6-16			9				0,3×2			0,09
Т6-17			17,5				0,5×2			0,13
Т6-18			35				0,9×2			0,18
Т6-19		1128	70,5	100	1,2	22×2	1,8×2	0,9	17	0,25
Т6-20			141				3,6×2			0,36
Т6-21			282				7×2			0,5
Т6-22			564				14×2			0,71
Т6-23			9				0,3×2			0,06
Т6-24		2256	17,5	136	2	40×2	0,5×2	1,8	14	0,09
Т6-25			35				0,9×2			0,13
Т6-26			70,5				1,8×2			0,18
Т6-27			141				3,6×2			0,25
Т6-28			282				7×2			0,36
Т6-29			564				14×2			0,5
Т6-30			1128				28×2			0,71
Т25-1			17,5				0,2×2			0,21
Т25-2			35				0,4×2			0,3
Т25-3			70,5				0,8×2			0,42
Т25-4			141				1,7×2			0,6
Т25-5	25	400	282	100	1	2,8×2	3,2×2	0,32	44	0,85
Т25-6			564				6,9×2			1,2
Т25-7			1128				15×2			1,7
Т25-8			2256				28×2			2,4
Т25-9			45 12				71×2			3,4
Т25-10			9024				121×2			4,8

4.7. Трансформаторы согласующие типа ТНЧЗ

Низкочастотные согласующие трансформаторы типа ТНЧЗ предназначены для согласования сопротивления источника сигнала с входным сопротивлением каскадов УЗЧ в аппаратуре бытового и промышленного назначения, выполненной на интегральных схемах и полупроводниковых приборах. Трансформаторы устойчиво работают в широком диапазоне внешних воздействующих факторов и выдерживают трехкратное циклическое воздействие температур от −60 до +85 °С без обрывов в обмотках и изменений индуктивности первичной обмотки и коэффициента трансформации.

Промышленностью изготавливается семь типономиналов трансформаторов одного типа и одного конструктивного исполнения. Изготавливаются трансформаторы во всеклиматическом исполнении для эксплуатации в макроклиматических районах с УХЛ, Т и ТС климатом. В обобщенной форме виды и характеристики климатических воздействий внешней среды приведены в первой главе справочника. В зависимости от конкретных условий эксплуатации значения климатических и механических воздействующих факторов могут изменяться в строго определенных пределах. Например, допускается использовать трансформаторы типов ТНЧЗ-4 в течение не более 1000 ч при температуре окружающей среды не более +85 °С на частотах 300...7000 Гц при напряжении на первичной обмотке не более 20 В (виды и характеристики механических воздействующих факторов приведены в табл. 1.53 и 1.54; виды и характеристики климатических факторов — в табл. 1.47—1.50).

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов согласующих типа ТНЧЗ показаны на рис. 4.18. Трансформаторы типа ТНЧЗ изготавливаются на магнитопроводах из ферромагнитных материалов, обеспечивающих работу в диапазоне НЧ 300...40 000 Гц с неравномерностью частотной характеристики не более 3 дБ и коэффициентом нелинейных искажений не более 10 %. Масса трансформаторов не превышает 6,5 г.

Трансформаторы типа ТНЧЗ типоразмера ТНЧЗ-7 изготавливаются без магнитопровода. Все типоразмеры трансформаторов имеют проволочные выводы для установки и монтажа на печатных платах. При монтаже трансформаторов на печатные платы выводы загибают вдоль печатного проводника на длину 2 мм. Пайку выводов

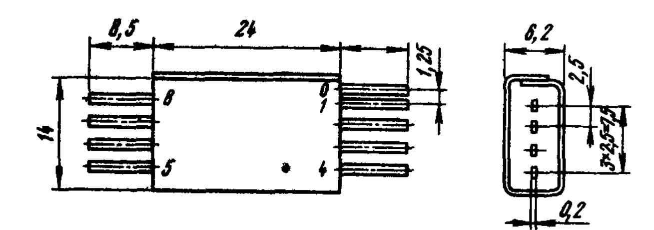


Рис. 4.18. Общий вид согласующих низкочастотных трансформаторов типа ТНЧЗ

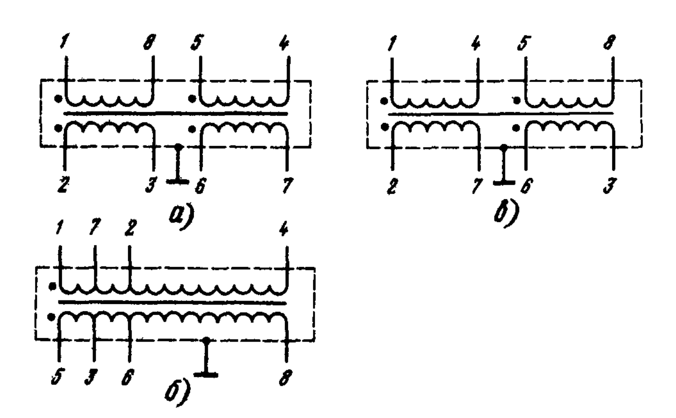


Рис. 4.19. Принципиальные электрические схемы согласующих низкочастотных трансформаторов типов:

а – ТНЧЗ-1 – ТНЧЗ-3; *б* – ТНЧЗ-4 – ТНЧЗ-6; *в* – ТНЧЗ-7

производят паяльником мощностью не более 60 В·А в течение 10 с. Крепление трансформаторов на печатной плате осуществляется только распайкой выводов.

Благодаря своей конструкции трансформаторы способны противостоять механическим и климатическим воздействиям, сохранять работоспособность при повышенной влажности и всех температурных воздействиях, обеспечивают необходимый запас электрической прочности изоляции обмоток.

Трансформаторам присвоено сокращенное и условное обозначение, которое применяется при заказе и разработке

Таблица 4.18. **Электрические параметры согласующих низкочастотных трансформаторов типа ТНЧЗ**

Типономинал трансформатора	Входное сопротивление, Ом	Сопротивление нагрузки, Ом	Напряжение на первичной обмотке, В	Ток подмагничивания, мА	Коэффициент трансформации	Индуктивность, Гн		Сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом	
						первичной обмотки	рассеяния	обмотки I	обмотки II
ТНЧЗ-1	50	500×2	0,35	—	6,3	0,01	0,0004	1,9×2	95×2
ТНЧЗ-2	600	500×2	0,35	—	1,8	0,135	0,0048	25×2	90×2
ТНЧЗ-3	2000	500×2	0,35	—	1	0,35	0,016	55×2	92×2
ТНЧЗ-4	3000×2	500×2	1,4	1	0,5	0,4	0,05	210×2	165×2
ТНЧЗ-5	3000×2	100×2	1,4	1	0,17	1,8	0,08	245×2	165×2
ТНЧЗ-6	500×2	100×2	3,5	4	0,4	0,18	0,008	45×2	45×2
ТНЧЗ-7	500×2	600	2,5	4	1,4	0,09	0,004	65×2	57×2

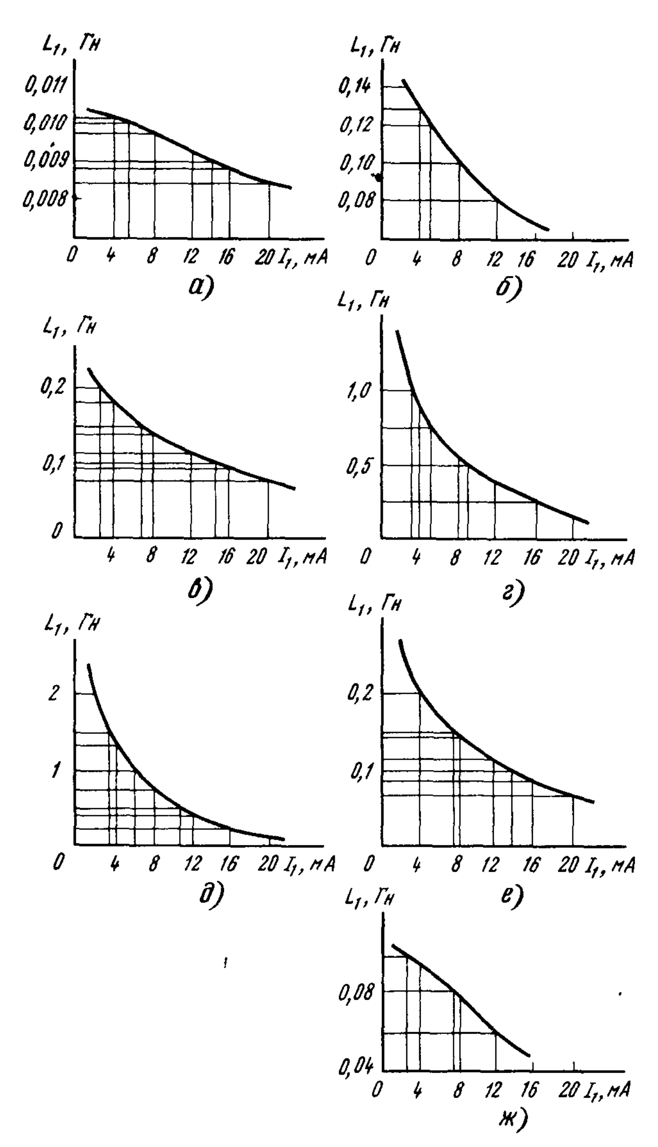


Рис. 4.20. Графики зависимости индуктивности от тока подмагничивания трансформаторов типов:

а – ТНЧЗ-1; *б* – ТНЧЗ-2; *в* – ТНЧЗ-3; *г* – ТНЧЗ-4; *д* – ТНЧЗ-5; *е* – ТНЧЗ-6; *ж* – ТНЧЗ-7

конструкторской документации. Условное обозначение состоит из слова "трансформатор", сокращенного обозначения его типа, условного порядкового номера и обозначения стандарта или ТУ. Пример условного обозначения трансформатора с порядковым номером 3: трансформатор ТНЧЗ-3.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды . . . . −60...+85 °С
Повышенная температура:
рабочая . . . . 85 °С
предельная . . . . 60 °С
перегрева обмоток . . . . 45 °С
Пониженная температура:
рабочая . . . . −60 °С
предельная . . . . −60 °С
транспортирования . . . . −60 °С
Смена температур (многократное циклическое воздействие) . . . . −60...+85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, не более . . . . 98 %
Атмосферное давление воздуха:
пониженное . . . . $1{,}3 \cdot 10^{-1}$ кПа (1 мм рт. ст.)
повышенное . . . . 3 кгс/см^2 (297 кПа)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 1...5000 Гц с ускорением, не более . . . . 40 g (392,4 м/с^2)
Многократные удары длительностью ударов 2...5 мс с ускорением, не более . . . . 1000 g (9810 м/с^2)
Одиночные удары длительностью ударов 0,2...1 мс с ускорением, не более . . . . 1000 g (9810 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более . . . . 150 g (1472 м/с^2)

Основные параметры. Электромагнитные параметры и основные технические характеристики согласующих низкочастотных трансформаторов типа ТНЧЗ приведены в табл. 4.18. Электрические принципиальные схемы трансформаторов показаны на рис. 4.19. В табл. 4.18 для трансформаторов типономиналов ТНЧЗ-1 — ТНЧЗ-6 входное сопротивление, напряжение на первичной обмотке, индуктивность первичной обмотки, индуктивность рассеяния указаны для всей первичной обмотки. Для трансформаторов типономинала ТНЧЗ-7 напряжение на первичной обмотке, индуктивность первичной обмотки и индуктивность рассеяния указаны для половины первичной обмотки (выводы 1—4 или 5—8). Усредненные значения тока холостого хода трансформаторов в диапазоне частот 300...40 000 Гц приведены в табл. 4.19.

Зависимость индуктивности первичной обмотки от тока подмагничивания для различных типономиналов трансформаторов показана на рис. 4.20.

В ряде случаев при эксплуатации электрические режимы изменяются в пределах, указанных в табл. 4.20. При этом выходная мощность не должна превышать

Таблица 4.19. **Усредненные значения тока холостого хода**

Типономинал трансформатора	Ток холостого хода, мА, при частоте, Гц			
	300	1000	7000	40 000
ТНЧЗ-1	75	26,3	8,5	3,8
ТНЧЗ-2	17,5	6,35	2,12	1
ТНЧЗ-3	12, 1	4,35	1,53	0,6
ТНЧЗ-4	5,25	1,75	0,55	0,95
ТНЧЗ-5	4,5	1,5	0,5	1,2
ТНЧЗ-6	15,2	5,4	1,75	0,72
ТНЧЗ-7	22,7	9,1	2,95	1,2

Таблица 4.20. **Технические характеристики трансформаторов типа ТНЧЗ при эксплуатации в диапазоне частот 1000...7000 Гц**

Типономинал трансформатора	Выходное сопротивление, Ом	Напряжение на первичной обмотке, В (эфф)	Ток намагничивания, мА	Постоянный потенциал между обмотками, В
ТНЧЗ-4	1000	20	1	15
ТНЧЗ-7	600	5	4	15

Примечание. Выходная мощность трансформатора не превышает 50 мВ·А.

50 мВ·А при работе в диапазоне частот 1000...7000 Гц. Одновременно могут быть использованы соотношения напряжений на первичной обмотке трансформатора и диапазона рабочих частот, которые приведены в табл. 4.21.

Дополнительные электрические параметры и технические характеристики

Диапазон рабочих частот . . . . 300...40 000 Гц
Неравномерность частотной характеристики на граничных частотах 300 и 40 000 Гц, не более . . . . 3 дБ
Коэффициент нелинейных искажений во всем диапазоне рабочих частот 300...40 000 Гц, не более . . . . 10 %
Сопротивление изоляции между обмотками в нормальных климатических условиях, не менее . . . . 100 МОм
Максимальное испытательное напряжение постоянного тока . . . . . . 100 В
Сопротивление изоляции между обмотками и корпусом трансформатора в нормальных климатических условиях, не менее . . . . 20 МОм
Максимальное отклонение коэффициента трансформации . . . . 10 %
Максимальное отклонение сопротивления обмоток постоянному току при температуре 20 °С . . . . ± 25 %

Таблица 4.21. **Допустимые соотношения напряжения на первичной обмотке и диапазона частот трансформаторов**

Параметр	ТНЧЗ-1	ТНЧЗ-2	ТНЧЗ-3	ТНЧЗ-4	ТНЧЗ-5	ТНЧЗ-6	ТНЧЗ-7
Напряжение на первичной обмотке, В	1,5	5	8	20	25	7	5
Диапазон частот, Гц	300...40 000	300...40 000	300...40 000	7000...40 000	300...40 000	300...40 000	7000...40 000

ТРАНСФОРМАТОРЫ ПИТАНИЯ ОДНОФАЗНЫЕ С УМЕНЬШЕННЫМ РАСХОДОМ МЕДИ НА ЧАСТОТУ 50 Гц

К классификационной подгруппе трансформаторов питания низковольтных с уменьшенным расходом меди (с индексом М в обозначении) с напряжением сети питания 127 и 220 В частотой 50 Гц относятся унифицированные анодные, накальные и анодно-накальные трансформаторы. Они предназначены для работы в радиоэлектронной аппаратуре, электронно-вычислительных машинах, аппаратуре средств связи, измерительных приборах и радиолюбительских конструкциях при питании от промышленной сети переменного тока и охватывают широкий диапазон напряжений и токов при мощности до 0,5 кВ·А.

В зависимости от требований по влагостойкости изготовляются две группы трансформаторов питания однофазных низковольтных с уменьшенным расходом меди: группа I — с покрытием методом напыления трансформаторов броневой и стержневой конструкции (с дополнительным индексом Н в обозначении) и с заливкой в форму трансформаторов стержневой конструкции (с дополнительным индексом Т в обозначении); группа II — с эмалевым покрытием (без дополнительного индекса Н или Т в обозначении). Требования по влагостойкости определяют также климатическое исполнение трансформаторов. В зависимости от этого трансформаторы изготавливают в двух исполнениях: во всеклиматическом исполнении (обозначается буквой В) и для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом (обозначается буквами УХЛ).

Условия эксплуатации трансформаторов определяются различными внешними воздействующими факторами и местом их размещения в аппаратуре. В свою очередь, эти условия определяют как конструкцию, так и технологию изготовления трансформаторов. В обобщенной форме характеристики и виды механических воздействующих факторов приведены в табл. 1.53 и 1.54, характеристики климатических воздействий внешней среды — в табл. 1.49 и 1.50. Виды климатических исполнений и категорий трансформаторов приведены в табл. 1.44. В зависимости от места размещения при эксплуатации в воздушной среде трансформаторы изготавливаются по категориям размещения, указанным в табл. 1.45. Состав групп РЭА бытового и промышленного назначения с применяемыми в них трансформаторами приведены в табл. 1.46.

Для трансформаторов питания, предназначенных для работы в нормальных условиях, в качестве номинальных принимают характеристики климатических воздействий внешней среды, рассмотренные в первой главе справочника, а также ГОСТ 15150—69. Если необходимо использовать трансформаторы в условиях, отличных от номинальных значений температуры внешней среды, то рекомендуется выбирать одно из следующих значений:

положительные: 1, 10, 20, 30, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 85, 100, 125, 155, 200, 250, 315, 400, 500 °С;

отрицательные: —5, —10, —25, —30, —45, —60, —85, —100, —120, —150, —196 °С.

При необходимости установить отличные от номинальных значений давления воздуха или другого газа рекомендуется выбирать одно из следующих значений:

пониженное атмосферное давление, указанное в табл. 1.47; повышенное давление воздуха или газа: $1,47\cdot10^4$; $1,96\cdot10^4$; $2,04\cdot10^4$; $2,44\cdot10^4$; $5,88\cdot10^4$ кПа.

Таблица 5.1. Испытательное напряжение между обмотками и между корпусом и каждой обмоткой трансформаторов

Место приложения напряжения	Накальные трансформаторы, кВ (эфф)	Анодные трансформаторы, трансформаторы при суммарном рабочем напряжении, кВ	
		до 0,6	до 1,2
Первичная обмотка (напряжение сети 127 В) — корпус	1,2	1,2	1,2
Первичная обмотка (напряжение сети 220 В) — корпус	1,4	1,4	1,4
Вторичные обмотки — корпус	2	2	3
Первичная обмотка — вторичные обмотки	2	2	3
Между вторичными обмотками	2	2	2

Трансформаторы питания низковольтные с уменьшенным расходом меди используют в многочисленных устройствах электропитания бытовой аппаратуры: стационарных и переносных радиоприемниках, магнитофонах, стереорадиолах, телевизорах, микрокалькуляторах, музыкальных центрах, УЗЧ, ЭКВМ и др.

Для рассматриваемых типов трансформаторов установлены максимальные испытательные напряжения между обмотками и между корпусом и каждой из обмоток при эксплуатации в нормальных условиях (табл. 5.1.). При этом суммарное рабочее напряжение определяется как сумма напряжений вторичных обмоток трансформаторов.

Выбор однофазных трансформаторов ведется, как правило, по допустимому превышению температуры обмоток. При этом не исключаются ограничения по напряжению короткого замыкания и току холостого хода исходя из условий работы. Выбор конструктивного исполнения, типа магнитопровода и расчетных критериев производится также из условий работы и заданного срока службы. Для броневой и стержневой конструкции магнитопровода при температуре окружающей среды 60 °С перегрев обмоток принимается равным 50...55 °С.

5.1. Трансформаторы с уменьшенным расходом меди анодные

Трансформаторы питания однофазные низковольтные с уменьшенным расходом меди на напряжение сети 127 и 220 В частоты 50 Гц предназначены для питания электронных цепей аппаратуры бытового назначения, в которой находят применение полупроводниковые и электровакуумные приборы. Применяются данные трансформаторы также для питания анодных цепей.

Промышленностью изготавливаются трансформаторы двух групп: группа I с поверхностным напылением или с

заливкой в форму; группа II с эмалевым покрытием, обеспечивающие эксплуатацию в различных макроклиматических районах. В зависимости от требований по влагостойкости, температуре и воздействию инея и росы трансформаторы подразделяются на всеклиматическое исполнение и исполнение для умеренного и холодного климата. Изготавливают трансформаторы на броневых и стержневых магнитопроводах, конструкция и технические характеристики которых рассмотрены в первой главе справочника.

Трансформаторам с уменьшенным расходом меди присвоено сокращенное обозначение типа — ТА, где буква Т обозначает слово "трансформатор", буква А — анодный. При заказе трансформаторов и при разработке конструкторской документации применяют полное условное обозначение, которое состоит из слова "трансформатор", сокращенного обозначения его типа, условного порядкового номера, номинального напряжения, частоты сети питания и вида исполнения. Пример условного обозначения анодного трансформатора с порядковым номером 155, номинальным напряжением сети питания 127 или 220 В, с частотой 50 Гц, всеклиматического исполнения, с уменьшенным расходом меди: трансформатор ТА-155-127/220-50М.

В конце условного обозначения указывается обозначение стандарта или технических условий, по которым осуществляется приемка готовых изделий у промышленности.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры однофазных низковольтных трансформаторов питания типа ТА с уменьшенным расходом обмоточных проводов приведены на следующих рисунках: рис. 3.1 — трансформаторы анодные группы I броневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты; рис. 3.2 — трансформаторы анодные группы I стержневой конструкции, залитой в форму, с обмотками из круглого провода и медной ленты; рис. 3.3 — трансформаторы анодные группы I стержневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты; рис. 3.4 — трансформаторы анодные группы II броневой конструкции с обмотками из круглого провода; рис. 3.5 — трансформаторы анодные группы II броневой конструкции с обмотками из круглого провода (вариант *б*); рис. 3.6 — трансформаторы анодные группы II стержневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты.

Конструктивные размеры и масса анодных трансформаторов с уменьшенным расходом обмоточных проводов приведены в табл. 5.2. Габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТА зависят от габаритной мощности, типа магнитопровода, напряжения сети питания и климатического исполнения.

Таблица 5.2. **Конструктивные размеры анодных трансформаторов с уменьшенным расходом меди**

Обозначение магнитопровода	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	A_2, мм	B, мм	H, мм	L, мм	l, мм	d, мм	h, мм	Масса, г, не более
ШЛм20×20		35			63						850
ШЛм20×25	3.1	40	46	—	68	75	74	—	М4	7,5	950
ШЛм20×32		46			75						1100
ШЛм25×25		46			74						1550
ШЛм25×32		50	58	—	81	92	88	—	М5	10	2100
ШЛм25×40		60			89						2700
ПЛм22×32-46		81	50	68	78	99	108	8	5,5	—	2600
ПЛм22×32-58		93					120				2800
ПЛм27×40-36		77					110				4100
ПЛм27×40-46	3.2	87	60	110	88	137	120	9	6,5	—	4300
ПЛм27×40-58		99					132				4500
ПЛм27×40-73		114	60	110	88	137	147	9	6,5	—	5000
ПЛм34×50-46		102	75	110	102	148	135	12	8,5	—	5600
ПЛм34×50-58		114					147				6200
ПЛм22×32-58		93	50	68	104	99	120	8	5,5	—	2800
ПЛм27×40-36		77	6				110				4100
ПЛм27×40-46		87	60	110	110	137	120	9	6,5	—	4300
ПЛм27×40-58		99					132				4500
ПЛм22×32-46		81					106				2300
	3.3		50	68	71	113		8	5,5	—	
ПЛм22×32-58		93	50	68			118				2550
ПЛм27×40-36		77					107				3500
ПЛм27×40-46		87	60	85	81	137	117	9	6,5	—	3800
ПЛм27×40-58		99					129				4200
ПЛм27×40-73		114					143				4600

Окончание табл. 5.2

Обозначение магнитопровода	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	A_2, мм	B, мм	H, мм	L, мм	l, мм	d, мм	h, мм	Масса, г, не более
ПЛм34×50-46		102	75	110	97	159	131	12	8,5	—	6400
ПЛм34×58		114					143				7000
ШЛм20×20	3.4	35	46	—	57	72	68	—	М4	6,5	750
ШЛм20×25		40			62						850
ШЛм20×32		46			69						1000
ШЛм25×25	3.5	46	58	—	68	88	82	—	5,5	—	1400
ШЛм25×32		50			75						1700
ШЛм25×40		60			83						2100
ПЛм22×32-46	3.6	81	50	68	67	91	106	8	5	—	1700
ПЛм22×32-58		93					118				2150
ПЛм27×40-36		77	60	85	81	113	107	9	6,5	—	2900
ПЛм27×40-46		87					117				3400
ПЛм27×40-58		99					129				3850
ПЛм27×40-73		114					143				4400
ПЛм34×50-46		101	75	110	97	139	131	9	6,5	—	5100
ПЛм34×50-58		114					143				5700

Конструкция трансформаторов типа ТА открытого варианта исполнения выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур в пределах —60...85 °С и механических нагрузок, причем изменение основных электрических параметров трансформаторов не превышает 10 % измеренных до воздействия всех внешних влияющих факторов.

Конструкция трансформаторов разработана для установки на шасси аппаратуры или на печатных платах с креплением винтами впотай или с креплением традиционным способом винтами и гайками. Перед установкой в аппаратуру основание трансформатора (его участки, не имеющие покрытия напылением), места пайки у лепестков после монтажа, а также неопаянные части лепестков и незадействованные лепестки покрывают лаком, резьбу втулок под крепежные винты перед установкой в аппаратуру смазывают тропикоустойчивой смазкой. При пайке внешнего монтажа не должно быть затекания флюса и припоя на защитное покрытие. Длительность пайки должна быть не более 5 с при мощности паяльника не более 80 В·А. К одному контактному лепестку допускается подпайка не более двух проводов, в том числе выводов подвесных деталей. Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и нарушение изоляционного покрытия около лепестка в результате пайки не допускаются. Монтажные провода перед пайкой на лепестки должны быть механически закреплены. Пайка встык и внахлест не допускается. Лепестки и вывод обмоток трансформаторов обозначены цифрами.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды . . . . —60...+85 °С
Повышенная температура:
рабочая . . . . 85 °С
предельная . . . . 60 °С
при перегреве обмоток . . . . 55 °С
Пониженная температура:
рабочая . . . . —60 °С
предельная . . . . —60 °С
транспортирования . . . . —60 °С
Смена температур (циклическое многократное воздействие) . . . . —60...+85 °С
Относительная влажность воздуха или другого неагрессивного газа при температуре 40 °С . . . . 98 %
Атмосферное давление воздуха:
пониженное, не менее . . . . 53,3 кПа (400 мм рт. ст.)
повышенное, не более . . . . 107 кПа (800 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...1000 Гц с ускорением, не более . . . . 7,5 g (73,5 м/с^2)
Многократные удары длительностью 1,5...4 мс с ускорением, не более . . . . 100 g (981 м/с^2)
Одиночные удары длительностью 1...2 мс с ускорением . . . . 500 g (4905 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более . . . . 25 g (245 м/с^2)
Морской туман и плесневые грибы . . . . Для трансформаторов группы I
Акустические шумы в диапазоне частот 50...20 000 Гц с уровнем звукового давления, не более . . . . 150 дБ
Минимальное значение вероятности безотказной работы в течение 500 ч при достоверности 0,92 0,99
Долговечность трансформаторов типа ТА в режиме номинальной нагрузки, не менее . . . . 10 000 ч
Гарантийный срок хранения при температуре 5...35 °С и относительной влажности до 85 % . . . . 10 лет

Основные параметры. Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов броневой конструкции типа ТА однофазных низковольтных с уменьшенным расходом меди в режиме номинальной нагрузки приведены в табл. 5.3. Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов броневой конструкции в режиме холостого хода даны в табл. 5.4. Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов стержневой конструкции типа ТА однофазных низковольтных с уменьшенным расходом меди в режимах номинальной нагрузки и холостого хода приведены в табл. 5.5 и 5.6.

Таблица 5.3. **Основные электрические параметры анодных трансформаторов броневой конструкции в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А		
			II, II'	III, III'	IVк	Vк	II, II'	III, III'	IVк, Vк
ТА1-127/220-50М			28	28	6	6	0,13	0,09	0,13
ТА5-127/220-50М	15	0,17/0,1	125	112	14	14	0,028	0,028	0,028
ТА7-127/220-50М			180	112	20	20	0,016	0,032	0,032
ТА11-127/220-50М			28	28	6	6	0,197	0,14	0,197
ТА13-127/220-50М				56		12	0,085	0,085	0,085
ТА14-127/220-50М			56		12		0,12	0,06	0,12
ТА15-127/220-50М	22	0,24/0,14		40		10	0,09	0,11	0,11
ТА16-127/220-50М				56		12	0,07	0,07	0,07
ТА17-127/220-50М			80	80	20	20	0,06	0,06	0,06
ТА18-127/220-50М				56		12	0,08	0,05	0,08
ТА20-127/220-50М			125		14	14	0,035	0,05	0,05
ТА21-127/220-50М				112			0,043	0,018	0,043
ТА22-127/220-50М			180		20	20	0,02	0,05	0,05
ТА23-127/220-50М			160	140			0,033	0,033	0,033
ТА24-127/220-50М			224	125	25	25	0,028	0,028	0,028
ТА25-127/220-50М			200	180	20	20	0,026	0,026	0,026
ТА26-127/220-50М			250	224	25	25	0,021	0,021	0,021
ТА27-127/220-50М			315	125	35	35	0,022	0,022	0,022
ТА28-127/220-50М			28	28	6	6	0,3	0,24	0,3
ТА31-127/220-50М				56		12	0,14	0,14	0,14
ТА33-127/220-50М							0,2	0,09	0,2
ТА34-127/220-50М	34	0,36/0,2	56	40	12	10	0,16	0,16	0,16
ТА35-127/220/50М							0,1	0,225	0,225
ТА36-127/220-50М							0,125	0,09	0,125
ТА37-127/220-50М			80	56	20	12	0,095	0,14	0,14
ТА38-127/220-50М				80		20	0,11	0,075	0,11
ТА39-127/220-50М							0,1	0,028	0,1
ТА40-127/220-50М			125	112	14	14	0,084	0,05	0,084
ТА41-127/220-50М							0,04	0,095	0,095
ТА42-127/220-50М							0,068	0,033	0,068
ТА43-127/220-50М			180	112			0,055	0,055	0,055
ТА44-127/220-50М					20	20	0,035	0,08	0,08
ТА45-127/220-50М							0,07	0,032	0,07
ТА46-127/220-50М			160	140			0,053	0,053	0,053
ТА47-127/220-50М							0,032	0,075	0,075

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А		
			II, II'	III, III'	IVк	Vк	II, II'	III, III'	IVк, Vк
ТА48-127/220-50М	34	0,36/0,2	224	125	25	25	0,052	0,033	0,052
ТА49-127/220-50М							0,036	0,06	0,06
ТА50-127/220-50М			200	180	20	20	0,0425	0,0425	0,0425
ТА51-127/220-50М			250	224	25	25	0,034	0,034	0,034
ТА52-127/220-50М			315	125	35	35	0,036	0,036	0,036
ТА53-127/220-50М				280			0,027	0,027	0,027
ТА54-127/220-50М			355	200	40	40	0,0288	0,0288	0,0288
ТА88-127/220-50М	60	0,6/0,34	28	28	6	6	0,54	0,42	0,54
ТА89-127/220-50М							0,69	0,22	0,69
ТА90-127/220-50М				56		12	0,3	0,17	0,3
ТА92-127/220-50М			56		12		0,36	0,141	0,36
ТА93-127/220-50М				40		10	0,276	0,276	0,276
ТА94-127/220-50М			56	40	12	10	0,141	0,43	0,43
ТА95-127/220-50М				80		20	0,197	0,128	0,197
ТА97-127/220-50М			80	56	20	12	0,24	0,12	0,24
ТА98-127/220-50М							0,195	0,195	0,195
ТА99-127/220-50М							0,12	0,28	0,28
ТА100-127/220-50М			125	112	14	14	0,165	0,06	0,165
ТА101-127/220-50М							0,12	0,12	0,12
ТА102-127/220-50М							0,06	0,18	0,18
ТА103-127/220-50М			180		20	20	0,12	0,05	0,12
ТА104-127/220-50М							0,039	0,176	0,176
ТА105-127/220-50М							0,097	0,097	0,097
ТА106-127/220-50М			160	140			0,13	0,045	0,13
ТА107-127/220-50М							0,094	0,094	0,094
ТА108-127/220-50М							0,045	0,145	1,045
ТА109-127/220-50М			224	125	25	25	0,1	0,04	0,1
ТА110-127/220-50М							0,081	0,081	0,081
ТА111-127/220-50М							0,042	0,14	0,14
ТА112-127/220-50М			200	180	20	20	0,105	0,038	0,105
ТА113-127/220-50М							0,075	0,075	0,075
ТА114-127/220-50М			200	180	20	20	0,04	0,11	0,11
ТА115-127/220-50М			250	224	25	25	0,086	0,03	0,086
ТА116-127/220-50М							0,06	0,06	0,06
ТА117-127/220-50М							0,03	0,09	0,09
ТА118-127/220-50М							0,07	0,045	0,07
ТА119-127/220-50М			315	125	35	35	0,05	0,09	0,09
ТА120-127/220-50М							0,048	0,048	0,048
ТА121-127/220-50М			355	200	40	40	0,06	0,03	0,06
ТА122-127/220-50М							0,044	0,06	0,06

Продолжение табл. 5.3

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В: II, II'	III, III'	IVк	Vк	Ток вторичных обмоток, А: II, II'	III, III'	IVк, Vк
ТА123-127/220-50М			28	28	6	6	0,6	0,48	0,6
ТА126-127/220-50М				56		12	0,3	0,25	0,3
ТА128-127/220-50М							0,41	0,19	0,41
ТА129-127/220-50М			56	40	12	10	0,325	0,325	0,325
ТА130-127/220-50М							0,17	0,5	0,5
ТА131-127/220-50М				80		20	0,2	0,2	0,2
ТА133-127/220-50М			80		20		0,28	0,14	0,28
ТА134-127/220-50М				56		12	0,23	0,23	0,23
ТА135-127/220-50М			80	56	20	12	0,12	0,34	0,34
ТА136-127/220-50М							0,2	0,05	0,2
ТА137-127/220-50М			125		14	14	0,14	0,14	0,14
ТА138-127/220-50М							0,07	0,2	0,2
ТА139-127/220-50М				112			0,15	0,04	0,15
ТА140-127/220-50М			180				0,11	0,11	0,11
ТА141-127/220-50М							0,063	0,18	0,18
ТА142-127/220-50М					20	20	0,16	0,036	0,16
ТА143-127/220-50М			160	140			0,11	0,11	0,11
ТА144-127/220-50М							0,062	0,156	0,156
ТА145-127/220-50М	70	0,68/0,39					0,117	0,048	0,117
ТА146-127/220-50М			224	125	25	25	0,094	0,094	0,094
ТА147-127/220-50М							0,04	0,165	0,165
ТА148-127/220-50М							0,13	0,031	0,13
ТА149-127/220-50М			200	180	20	20	0,0875	0,0875	0,0875
ТА150-127/220-50М							0,035	0,135	0,135
ТА151-127/220-50М							0,1	0,029	0,1
ТА152-127/220-50М			250	224	25	25	0,07	0,07	0,07
ТА153-127/220-50М							0,026	0,11	0,11
ТА154-127/220-50М							0,08	0,048	0,08
ТА155-127/220-50М				125			0,073	0,073	0,073
ТА156-127/220-50М							0,035	0,15	0,15
ТА157-127/220-50М			315		35	35	0,075	0,027	0,075
ТА158-127/220-50М				280			0,055	0,055	0,055
ТА159-127/220-50М							0,022	0,086	0,086
ТА160-127/220-50М							0,07	0,032	0,07
ТА161-127/220-50М			355	200	40	40	0,025	0,105	0,105
ТА162-127/220-50М							0,059	0,059	0,059
ТА163-127/220-50М			28	28	6	6	0,69	0,69	0,69
ТА164-127/220-50М				56		12	0,35	0,35	0,35
ТА165-127/220-50М			56	40	12	10	0,4	0,4	0,4
ТА166-127/220-50М				80		20	0,24	0,24	0,24
ТА167-127/220-50М	86	0,82/0,47	80	56	20	12	0,28	0,28	0,28

Окончание табл. 5.3

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А		
			II, II'	III, III'	IVк	Vк	II, II'	III, III'	IVк, Vк
ТА168-127/220-50М			125	112	14	14	0,17	0,17	0,17
ТА170-127/220-50М			180		20	20	0,14	0,14	0,14
ТА171-127/220-50М			160	140			0,135	0,135	0,135
ТА172-127/220-50М			224	125	25	25	0,114	0,114	0,114
ТА173-127/220-50М			200	180	20	20	0,11	0,11	0,11
ТА174-127/220-50М			250	224	25	25	0,087	0,087	0,087
ТА175-127/220-50М	86	0,82/0,47	315	125	35	35	0,091	0,091	0,091
ТА176-127/220-50М				280			0,069	0,069	0,069
ТА177-127/220-50М			355	200	40	40	0,072	0,072	0,072

Т а б л и ц а 5.4. **Основные электрические параметры анодных трансформаторов броневой конструкции с уменьшенны расходом меди**

Типономинал трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжение холостого хода вторичных обмоток, В					
		II	II'	III	III'	IVк	Vк
ТА1-127/220-50М		31,5	31,6	31,9	32	6,8	6,8
ТА5-127/220-50М	0,13/0,07	143	143,3	127	127,5	15,9	16,1
ТА7-127/220-50М		207	208	126,5		22,9	22,9
ТА11-127/220-50М		31,4	31,5	31,6	31,7	6,8	6,8
ТА13-127/220-50М		63	63,2	63,5	63,7	13,5	13,6
ТА14-127/220-50М		63,4	63,6	45,1	45,5	13,6	11,4
ТА15-127/220-50М	0,16/0,09	63,3	63,5		45,3		
ТА16-127/220-50М		90,3	90,6	63,6	63,8		13,7
ТА17-127/220-50М			90,5	90,8	91	22,8	22,8
ТА18-127/220-50М		90,4	90,8	63,6	63,8		13,6
ТА20-127/220-50М		142	142,5	126,5	127	16	16
ТА21-127/220-50М		204	205	127,5	128	22,8	22,8
ТА22-127/220-50М		206	206	126,5	127	22,9	22,9
ТА23-127/220-50М		181	181,6	159	159,4	23	23
ТА24-127/220-50М		254	255	141	141	28,5	28,5
ТА25-127/220-50М		228	228	206	207	23	23
ТА26-127/220-50М		285	286	257	258	28,9	28,9
ТА27-127/220-50М		360	362	114	144	40,5	40,5
ТА28-127/220-50М		32,2	32,4	31,8	32	6,9	6,97
ТА31-127/220-50М		63,3		63,6	63,8	13,7	13,7
ТА33-127/220-50М		63,4	63,5	44,5	45	13,6	
ТА34-127/220-50М		63,8	64	45,5	45,5	13,7	11,4
ТА35-127/220-50М	0,22/0,12	63,5	63,5	45	45	13,6	

Типономинал трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжение холостого хода вторичных обмоток, В					
		II	II'	III	III'	IVк	Vк
ТА36-127/220-50М	0,22/0,12	91	91,5	63,5	63,5	21,8	13,3
ТА37-127/220-50М			91		64	22,9	13,75
ТА38-127/220-50М		90,5		91	91,5	22,7	22,9
ТА39-127/220-50М		142	142	128	128	16	16
ТА40-127/220-50М		143	143		129		
ТА41-127/220-50М		142,5			128	16,1	16,2
ТА42-127/220-50М		207	208	129	129	23,2	23,2
ТА43-127/220-50М		202	202	125	125,5	22,4	22,5
ТА44-127/220-50М		206	206	128	129	23	23,2
ТА45-127/220-50М		183	184	160,5	160,5	23,1	23,1
ТА46-127/220-50М			183	153	153	23	23
ТА47-127/220-50М				160	160	22,8	22,8
ТА48-127/220-50М		258	260	142,6	143		
ТА49-127/220-50М		257	258	144	144,5	28,9	28,9
ТА50-127/220-50М		228	228,5	208	208,3	23	23
ТА51-127/220-50М		288	289	260	261	29,2	29,2
ТА52-127/220-50М		363	364	143	143	40,6	40,6
ТА53-127/220-50М		360	362	318	320	40	40
ТА54-127/220-50М		410	412	230	232	45,8	45,9
ТА88-127/220-50М	0,25/0,14	32	32,1	31,8	32	6,85	6,9
ТА89-127/220-50М		31,8	32	31,9	31,9	6,83	6,88
ТА90-127/220-50М		64	64,2	64	64,2	13,7	13,8
ТА92-127/220-50М		63,5	63,9	45,7	45,8	13,8	11,5
ТА93-127/220-50М		63,6	64	45,8	46	13,6	11,4
ТА94-127/220-50М		64	64,3	45,6	46	13,8	11,54
ТА95-127/220-50М		91,3	91,5	91,3	91,5	22,7	22,8
ТА97-127/220-50М		91,5		64,1	64,1	23	13,8
ТА98-127/220-50М		91,5	91,6	64,5	64,6	23,2	13,9
ТА99-127/220-50М		91	91				
ТА100-127/220-50М		143	144,5	129,5	130	16	16,2
ТА101-127/220-50М			143	129		16,2	
ТА102-127/220-50М				130	130,5	16,3	16,4
ТА103-127/220-50М		207	208	127	127,5	23,2	23,2
ТА104-127/220-50М		209	210	129	129,5		
ТА105-127/220-50М		206	207	129,5	130		
ТА106-127/220-50М		183	184	162	162	22,9	23
ТА107-127/220-50М					162,5		
ТА108-127/220-50М		185	185	161	162	23,3	23,3
ТА109-127/220-50М			261	143	143,5		

Окончание табл. 5.4

Типономинал трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжение холостого хода вторичных обмоток, В					
		II	II'	III	III'	IVк	Vк
ТА151-127/220-50М		280	281	250	251		28,1
ТА152-127/220-50М		279	280			28,1	
ТА153-127/220-50М		277	277	250	251	28,1	28,1
ТА154-127/220-50М		352	354	139	139	39,4	39,4
ТА155-127/220-50М		354	355	140	140	39,6	39,6
ТА156-127/220-50М		347	348		141	39,5	39,5
ТА157-127/220-50М		355	355	311	311	39,6	39,6
ТА158-127/220-50М	0,29/0,17	353	354	316	317	39,7	39,8
ТА159-127/220-50М		350	350	314	315	39,5	39,5
ТА160-127/220-50М		397	398	221	222		
ТА161-127/220-50М		401	401	223	224	45	45
ТА162-127/220-50М		396	397	225	225		
ТА163-127/220-50М		30,4	30,5	30,5	30,6	6,5	6,5
ТА164-127/220-50М		61,2	61,3	61,4	61,5	13,2	13,2
ТА165-127/220-50М			61,4	43,9	44		11
ТА166-127/220-50М	0,32/0,18	87,5	87,6	88	88	21,9	22
ТА167-127/220-50М				61,4	61,6	22	13,2
ТА168-127/220-50М		137	137	122,5	122,5	15,3	15,4
ТА170-127/220-50М		198	199	122,7	122,8	22	22
ТА171-127/220-50М		175	175,5	153,7	154	22,1	22,1
ТА172-127/220-50М		246	247	137	137	27,6	27,6
ТА173-127/220-50М		220,4	220,6	197	198	22	22,1
ТА174-127/220-50М		275	276	245	246	27,6	27,6
ТА175-127/220-50М		344	345	137	137	37,4	37,5
ТА176-127/220-50М		346	348	307	307	38,4	38,6
ТА177-127/220-50М		391	392	219	219,5	44	44

Таблица 5.5. **Основные электрические параметры анодных трансформаторов с уменьшенным расходом меди в режиме номинальной нагрузки стержневой конструкции**

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В			Ток вторичных обмоток, А
			II, II'	III, III'	IVк, Vк	
ТА178-127/220-50М			28	28	6	0,8
ТА179-127/220-50М			56	56	12	0,4
ТА181-127/220-50М				40		0,46
ТА182-127/220-50М	100	1,05/0,61	80	80	20	0,28
ТА183-127/220-50М				56	14	0,32
ТА184-127/220-50М			125	112		0,2
ТА186-127/220-50М			180		20	0,16
ТА188-127/220-50М			160	140		

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В			Ток вторичных обмоток, А
			II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТА190-127/220-50М			224	125	25	0,13
ТА191-127/220-50М			200	180	20	
ТА192-127/220-50М			250	224	25	0,1
ТА193-127/220-50М			315	125	35	0,105
ТА194-127/220-50М				280		0,079
ТА195-127/220-50М			355	200	40	0,084
ТА196-127/220-50М			28	28	6	1
ТА197-127/220-50М			56	56	12	0,5
ТА198-127/220-50М	124	1,2/0,7		40		0,57
ТА199-127/220-50М			80	80	20	0,34
ТА200-127/220-50М				56	14	0,41
ТА201-127/220-50М			125	112	14	0,25
ТА202-127/220-50М			180		20	0,2
ТА203-127/220-50М			160	140		0,19
ТА204-127/220-50М			224	125	25	0,17
ТА205-127/220-50М			200	180	20	0,16
ТА206-127/220-50М			250	224	25	0,124
ТА207-127/220-50М			315	125	35	0,13
ТА208-127/220-50М				280		0,098
ТА209-127/220-50М			355	200	40	0,104
ТА236-127/220-50М			56	56	12	0,6
ТА237-127/220-50М				40		0,69
ТА238-127/220-50М			80	80	20	0,42
ТА239-127/220-50М				56	14	0,5
ТА240-127/220-50М			125	112		0,3
ТА241-127/220-50М	150	1,61/0,92	180		20	0,24
ТА242-127/220-50М			160	140		
ТА243-127/220-50М			224	125	25	0,2
ТА244-127/220-50М			200	180	20	0,19
ТА245-127/220-50М			250	224	25	0,15
ТА246-127/220-50М			315	125	35	0,16
ТА247-127/220-50М				280		0,119
ТА248-127/220-50М			355	200	40	0,126

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В			Ток вторичных обмоток, А
			II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТА249-127/220-50М	180	1,95/1,13	56	56	12	0,72
ТА250-127/220-50М				40		0,83
ТА251-127/220-50М			80	80	20	0,5
ТА252-127/220-50М				56	14	0,6
ТА253-127/220-50М			125	112		0,36
ТА254-127/220-50М			180		20	0,29
ТА255-127/220-50М			160	140	20	0,28
ТА256-127/220-50М			224	125	25	0,24
ТА257-127/220-50М			200	180	20	0,22
ТА258-127/220-50М			250	224	25	0,18
ТА259-127/220-50М			315	125	35	0,19
ТА260-127/220-50М				280		0,143
ТА261-127/220-50М			355	200	40	0,15
ТА262-127/220-50М	220	2,24/1,3	56	56	12	0,89
ТА263-127/220-50М			80	80	20	0,61
ТА264-127/220-50М				56	14	0,73
ТА265-127/220-50М			180	112	20	0,35
ТА266-127/220-50М			160	140		0,345
ТА267-127/220-50М			224	125	25	0,294
ТА268-127/220-50М			200	180	20	0,275
ТА269-127/220-50М			250	224	25	0,22
ТА270-127/220-50М			315	125	35	0,23
ТА271-127/220-50М				280		0,174
ТА272-127/220-50М			355	200	40	0,185
ТА273-127/220-50М	270	2,76/1,6	80	80	20	0,75
ТА274-127/220-50М				56	14	0,9
ТА275-127/220-50М			224	125	25	0,36
ТА276-127/220-50М			200	180	20	0,34
ТА277-127/220-50М			250	224	25	0,27
ТА278-127/220-50М			315	125	35	0,285
ТА279-127/220-50М				280		0,214
ТА280-127/220-50М			355	200	40	0,225
ТА281-127/220-50М	330	3,46/2	80	80	20	0,92
ТА282-127/220-50М			250	224	25	0,33

Типономинал трансформатора	Мощность, В•А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В			Ток вторичных обмоток, А
			II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТА249-127/220-50М	180	1,95/1,13	56	56	12	0,72
ТА250-127/220-50М				40		0,83
ТА251-127/220-50М			80	80	20	0,5
ТА252-127/220-50М				56	14	0,6
ТА253-127/220-50М			125	112		0,36
ТА254-127/220-50М			180		20	0,29
ТА255-127/220-50М			160	140	20	0,28
ТА256-127/220-50М			224	125	25	0,24
ТА257-127/220-50М			200	180	20	0,22
ТА258-127/220-50М			250	224	25	0,18
ТА259-127/220-50М			315	125	35	0,19
ТА260-127/220-50М				280		0,143
ТА261-127/220-50М			355	200	40	0,15
ТА262-127/220-50М	220	2,24/1,3	56	56	12	0,89
ТА263-127/220-50М			80	80	20	0,61
ТА264-127/220-50М				56	14	0,73
ТА265-127/220-50М			180	112	20	0,35
ТА266-127/220-50М			160	140		0,345
ТА267-127/220-50М			224	125	25	0,294
ТА268-127/220-50М			200	180	20	0,275
ТА269-127/220-50М			250	224	25	0,22
ТА270-127/220-50М			315	125	35	0,23
ТА271-127/220-50М				280		0,174
ТА272-127/220-50М			355	200	40	0,185
ТА273-127/220-50М	270	2,76/1,6	80	80	20	0,75
ТА274-127/220-50М				56	14	0,9
ТА275-127/220-50М			224	125	25	0,36
ТА276-127/220-50М			200	180	20	0,34
ТА277-127/220-50М			250	224	25	0,27
ТА278-127/220-50М			315	125	35	0,285
ТА279-127/220-50М				280		0,214
ТА280-127/220-50М			355	200	40	0,225
ТА281-127/220-50М	330	3,46/2	80	80	20	0,92
ТА282-127/220-50М			250	224	25	0,33

Окончание табл. 5.5

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В			Ток вторичных обмоток, А
			II, II′	III, III′	IVк, Vк	
ТА283-127/220-50М	330	3,46/2	315	125	35	0,35
ТА284-127/220-50М				280		0,26
ТА285-127/220-50М			355	200	40	0,27
ТА286-127/220-50М	390	3,97/2,3	315	280	35	0,31
ТА287-127/220-50М			355	200	40	0,33

Таблица 5.6. **Электрические параметры анодных трансформаторов с уменьшенным расходом меди стержневой конструкции в режиме холостого хода**

Типономинал трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжение холостого хода вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА178-127/220-50М	0,31/0,18	32,1	32,2	7,5
ТА179-127/220-50М		64	64,5	13,8
ТА181-127/220-50М		64,1	46	13,9
ТА182-127/220-50М		92,5	93	23,1
ТА183-127/220-50М		91,6	64,5	16,4
ТА184-127/220-50М		144	130	16,2
ТА186-127/220-50М		207		23,3
ТА188-127/220-50М		185	163	23,4
ТА190-127/220-50М		262	145	29
ТА191-127/220-50М		232	209	23,3
ТА192-127/220-50М		290	261	29,2
ТА193-127/220-50М		367	146	41
ТА194-127/220-50М		366	327	
ТА195-127/220-50М		416	236	47
ТА196-127/220-50М	0,32/0,18	31	31,1	6,65
ТА197-127/220-50М		62,7	63	13,5
ТА198-127/220-50М		63,3	45,4	13,6
ТА199-127/220-50М		89,7	90	22,6
ТА200-127/220-50М		89,5	62,8	15,7
ТА201-127/220-50М		141	127	15,9
ТА202-127/220-50М		203	127	22,7
ТА203-127/220-50М		180	158	
ТА204-127/220-50М		251	141,5	28,4
ТА205-127/220-50М		225	203	22,6
ТА206-127/220-50М		280	254	28,5
ТА207-127/220-50М		354	141	39,5
ТА208-127/220-50М		355	311	39,8
ТА209-127/220-50М		399	225,5	45,4
ТА236-127/220-50М		62,4	62,4	13,4
ТА237-127/220-50М		62	44,2	13,5
ТА238-127/220-50М		89	90	22,5
ТА239-127/220-50М			62,5	15,7

Типономинал трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжение холостого хода вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА240-127/220-50М	0,44/0,26	138	124	15,5
ТА241-127/220-50М		202	125	22,6
ТА242-127/220-50М		180	158	
ТА243-127/220-50М		251	140	28
ТА244-127/220-50М		224	202	22,6
ТА245-127/220-50М		280	251	28,1
ТА246-127/220-50М		353	140	39,5
ТА247-127/220-50М		352	314	39,3
ТА248-127/220-50М		401	225	45,2
ТА249-127/220-50М	0,55/0,32	61,4	62	13,4
ТА250-127/220-50М		61,5	44	13,2
ТА251-127/220-50М		88,5	89	22,3
ТА252-127/220-50М			62	15,5
ТА253-127/220-50М		138	123,5	15,3
ТА254-127/220-50М		199	124	22,1
ТА255-127/220-50М		177	155	22,2
ТА256-127/220-50М		249	132,5	27,7
ТА257-127/220-50М		220	198,5	22,3
ТА258-127/220-50М		280	249	27,8
ТА259-127/220-50М		348	140	39,9
ТА260-127/220-50М		349	312	39,3
ТА261-127/220-50М		396	220	44,2
ТА262-127/220-50М	0,54/0,31	61,5	61,5	13,2
ТА263-127/220-50М		87,6	88	22
ТА264-127/220-50М		88	61,6	15,5
ТА265-127/220-50М		198	123	22
ТА266-127/220-50М		177	155	22,2
ТА267-127/220-50М		247	137	27,8
ТА268-127/220-50М		220	198	22,4
ТА269-127/220-50М		276	246	27,8
ТА270-127/220-50М		348	138	38,8
ТА271-127/220-50М		349	308	37,1
ТА272-127/220-50М		391	220	44

Типономинал трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжение холостого хода вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА273-127/220-50М	0,57/0,33	87	87	21,9
ТА274-127/220-50М		86	61	15,3
ТА275-127/220-50М		244	137	27,4
ТА276-127/220-50М		218	195	21,9
ТА277-127/220-50М		274	245	27,4
ТА278-127/220-50М		343	136	38,2
ТА279-127/220-50М			307	38,5

Типономинал трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжение холостого хода вторичных обмоток, В		
		II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА280-127/220-50М	0,81/0,5	387	220	44
ТА281-127/220-50М		86,5	86,5	21,8
ТА282-127/220-50М		270	243	27,2
ТА283-127/220-50М		341	135	38
ТА284-127/220-50М		342	381	
ТА285-127/220-50М		385	217	43,5
ТА286-127/220-50М	0,98/0,54	348	310	38,8
ТА287-127/220-50М		394	222	44,4

Принципиальные электрические схемы анодных трансформаторов броневой и стержневой конструкции однофазных низковольтных с уменьшенным расходом меди показаны на рис. 5.1. Электрические схемы последовательного и параллельного соединений вторичных обмоток трансформаторов броневой и стержневой конструкции показаны на рис. 5.2. Варианты подключения анодных трансформаторов

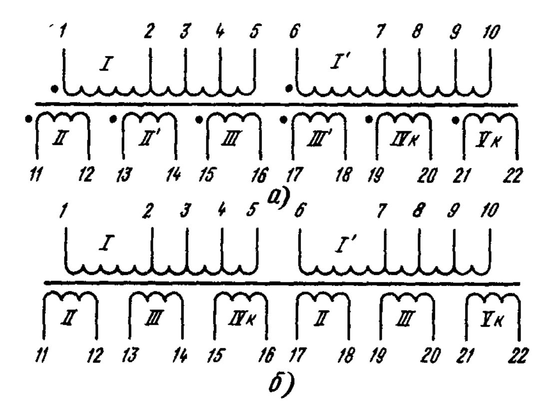


Рис. 5.1. Принципиальные электрические схемы унифицированных трансформаторов типа ТА с уменьшенным расходом меди: броневой (*а*) и стержневой (*б*) конструкций

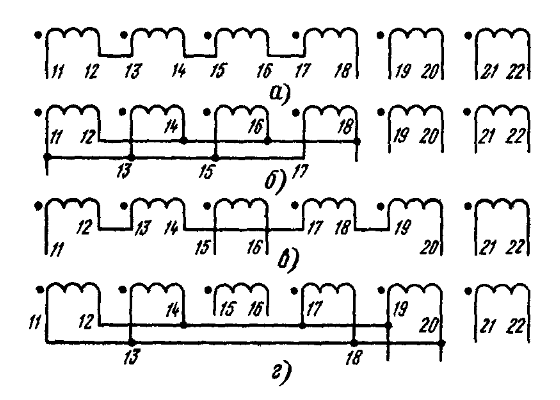


Рис. 5.2. Электрические схемы последовательного и параллельного соединений вторичных обмоток трансформаторов типа ТН: броневой конструкции (*а, б*); стержневой конструкции (*в, г*)

к сети переменного тока с частотой 50 Гц даны в табл. 5.7. В таблицах основных параметров в графе "Ток первичной обмотки" даны значения тока первичной обмотки в виде дроби: в числителе — при подключении трансформатора к сети 127 В; в знаменателе — при подключении к сети 220 В.

Максимальные отклонения напряжений вторичных обмоток трансформаторов с уменьшенным расходом обмоточных проводов, измеренные в номинальном режиме при нормальных климатических условиях, составляют ± 5 % для основных и ± 10 % для компенсационных обмоток. Максимальные отклонения напряжений вторичных обмоток трансформаторов, измеренные в условиях повышенной (85°) и пониженной (—60 °С) температур, составляют —6...—9 % для основных и —13...—23 % для компенсационных обмоток.

Таблица 5.7. **Варианты подключения анодных трансформаторов с уменьшенным расходом меди**

Напряжение сети, подаваемое на трансформатор, В	Варианты соединения выводов	Номера выводов, на которые подается напряжение сети	Напряжения на отводах первичной обмотки, В
Броневой конструкции			
127	1—6	1 (6) — 4 (9)	100, 120
	4—9		134
220	2—6	1—8	—
Стержневой конструкции			
127	1—9	1 (9) — 4 (6)	100, 120
	4—6		134
220	2—8	1—6	—

Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и корпусом трансформаторов в нормальных условиях эксплуатации не менее 1000 МОм. Сопротивление изоляции трансформаторов при повышенной температуре 85 °С составляет 20 МОм. При кратковременном воздействии в течение 10 суток повышенной влажности воздуха при 40 °С сопротивление изоляции для трансформаторов всеклиматического исполнения составляет 50 МОм и выше, для трансформаторов исполнения УХЛ — 20 МОм и выше.

Таблица 5.8. **Напряжения на отводах первичной обмотки трансформаторов с уменьшенным расходом меди**

Тип трансформатора	Отводы первичной обмотки	Напряжение на отводах первичной обмотки, В
Анодный	1 и 2; 6 и 7	100
	1 и 3; 6 и 8	120
	1 и 4; 6 и 9	127
	1 и 5; 66 и 10	134
Накальный	1 и 1а; 4 и 4а	3,2
	1 и 1б; 4 и 4б	6,3
	1 и 2; 4 и 5	110
	1 и 3; 4 и 6	127
Анодно-накальный	1 и 2; 4 и 5	110
	1 и 3; 4 и 6	127

Напряжения на отводах первичной обмотки трансформаторов с уменьшенным расходом меди и перечень магнитопроводов приведены в табл. 5.8 и 5.9.

Таблица 5.9. **Перечень магнитопроводов, применяемых в анодных трансформаторах с уменьшенным расходом меди**

Типономиналы трансформаторов	Типоразмеры магнитопроводов
ТА1-127/220-50М — ТА7-127/220-50М	ШЛм20×20
ТА11-127/220-50М — ТА27-127/220-50М	ШЛм20×25
ТА28-127/220-50М — ТА54-127/220-50М	ШЛм20×32
ТА88-127/220-50М — ТА122-127/220-50М	ШЛм25×25
ТА123-127/220-50М — ТА162-127/220-50М	ШЛм25×32
ТА163-127/220-50М — ТА177-127/220-50М	ШЛм25×40
ТА178-127/220-50М — ТА195-127/220-50М	ПЛм22×32-46
ТА196-127/220-50М — ТА209-127/220-50М	ПЛм22×32-58
ТА236-127/220-50М — ТА248-127/220-50М	ПЛм27×40-36
ТА249-127/220-50М — ТА261-127/220-50М	ПЛм27×40-46
ТА262-127/220-50М — ТА272-127/220-50М	ПЛм27×40-58
ТА273-127/220-50М — ТА280-127/220-50М	ПЛм27×40-73
ТА281-127/220-50М — ТА285-127/220-50М	ПЛм34×50-46
ТА286-127/220-50М — ТА287-127/220-50М	ПЛм34×50-58

5.2. Трансформаторы с уменьшенным расходом меди накальные

Трансформаторы питания однофазные низковольтные с уменьшенным расходом меди (с индексом М в обозначении) иа напряжение сети питания 127 и 220 В с частотой 50 Гц в зависимости от габаритной мощности, типа магнитопровода, напряжения сети питания и климатического исполнения имеют различные габаритные и установочные размеры. Изготавливают трансформаторы в зависимости от требований по влагозащищенности и возможности эксплуатации в различных климатических зонах по группам: группа I — с покрытием защитными лаками и компаундами методом напыления и с заливкой в форму; группа II — с эмалевым покрытием. Заливка в форму производится только для трансформаторов стержневой конструкции.

Трансформаторы питания однофазные накальные предназначены для питания накальных цепей радиоэлектронной аппаратуры бытового и промышленного назначения, собранной на электровакуумных и полупроводниковых приборах. Подавляющее большинство накальных трансформаторов нашло применение в ранее разработанной РЭА и АСС, а также в квазиэлектронной аппаратуре, когда электровакуумиые приборы занимали основное место. Эта аппаратура имеет высокие показатели надежности и долговечности и эксплуатируется до настоящего времени. Более 60 % всей бытовой РЭА имеют в своем составе те или иные электровакуумные приборы. Изготавливают накальные трансформаторы на броневых и стержневых магнитопроводах унифицированного ряда с размерами окна и стержней, позволяющими снижать расход медного обмоточного провода до 30 %.

Накальным трансформаторам с уменьшенным расходом меди присвоено сокращенное обозначение — ТН, где буква Т обозначает слово "трансформатор", буква Н — накальный. В конструкторской документации, при разработке аппаратуры и заказе трансформаторов применяется полное условное обозначение, которое состоит из слова "трансформатор", сокращенного обозначения его типа, условного порядкового номера, номинального напряжения сети питания и частоты, а также вида исполнения и группы. Пример условного обозначения накального трансформатора с уменьшенным расходом меди с порядковым номером 55, с номинальным напряжением сети питания 127 или 220 В с частотой 50 Гц, с покрытием методом напыления: трансформатор ТН55-127/220-50МН.

В конце условного обозначения указывается обозначение стандарта или технических условий, по которым осуществляется изготовление и приемка трансформаторов.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры низковольтных накальных трансформаторов группы I броневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты с уменьшенным их расходом показаны на рис. 3.1. Общий вид, габаритные и установочные размеры накальных трансформаторов группы II броневой конструкции с обмотками из круглого провода с уменьшенным его расходом показаны на рис. 3.4 и 3.5.

Конструктивные размеры, перечень магнитопроводов и масса накальных трансформаторов с уменьшенным расходом обмоточного провода приведены в табл. 5.10 и 5.11.

Выводы и лепестки накальных трансформаторов обозначаются буквами и цифрами, сочетания которых приведены в табл. 5.12.

Конструкция накальных трансформаторов выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур (—60...85 °С) и

… размеры накальных трансформаторов с уменьшенным расходом меди

Обозначение магнитопровода	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	B, мм	H, мм	L, мм	d, мм	h, мм	Масса, г не более
Шлм20×20		35		63					850
ШЛм20×25		40	46	68	75	74	M4	7,5	950
ШЛм20×32		46		75					1100
	3.1								
ШЛм25×25		46		74					1550
ШЛм25×32		50	58	81	92	88	M5	10	2100
ШЛм25×40		60		89					2700
ШЛм20×20		35		57					750
ШЛм20×25	3.4	40	46	62	72	68	M4	6,5	850
ШЛм20×32		46		69					1000
Шлм25×25		46		68					1400
ШЛм25×32	3.5	50	58	75	88	82	5,5	—	1700
ШЛм25×40		60		83					2100

Таблица 5.11. **Перечень магнитопроводов, применяемых в накальных трансформаторах с уменьшенным расходом меди**

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода
ТН2-127/220-50М	ШЛм20×20	ТН23-127/220-50М		ТН41-127/220-50М	
ТН3-127/220-50М		ТН24-127/220-50М	ШЛм25×25	ТН42-127/220-50М	
		ТН25-127/220-50М		ТН43-127/220-50М	
ТН4-127/220-50М	ШЛм20×25	ТН26-127/220-50М		ТН44-127/220-50М	ШЛм25×25
ТН5-127/220-50М	ШЛм20×32	ТН27-127/220-50М		ТН45-127/220-50М	
			ШЛм25×32		
ТН8-127/220-50М		ТН28-127/220-50М		ТН46-127/220-50М	
ТН9-127/220-50М	ШЛм25×25	ТН29-127/220-50М	ШЛм25×40	ТН47-127/220-50М	
		ТН30-127/220-50М	ШЛм20×20	ТН48-127/220-50М	
ТН10-127/220-50М	ШЛм25×32			ТН49-127/220-50М	
ТН11-127/220-50М	ШЛм25×40	ТН31-127/220-50М		ТН50-127/220-50М	
ТН13-127/220-50М	ШЛм20×20	ТН32-127/220-50М	ШЛм20×25	ТН51-127/220-50М	ШЛм25×32
		ТН33-127/220-50М		ТН52-127/220-50М	
ТН14-127/220-50М				ТН54-127/220-50М	
ТН15-127/220-50М	ШЛм20×25	ТН34-127/220-50М		ТН55-127/220-50М	
ТН16-127/220-50М		ТН35-127/220-50М	ШЛм20×32	ТН56-127/220-50М	ШЛм25×40
ТН17-127/220-50М		ТН36-127/220-50М		ТН57-127/220-50М	
ТН18-127/220-50М	ШЛм20×32				
ТН19-127/220-50М					

Таблица 5.12. **Сочетания обозначений обмоток выводов и маркировки лепестков трансформаторов питания накальных с уменьшенным расходом меди**

Типономинал трансформатора	Расположение выводов при следующей маркировке лепестка										
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м
ТН2-127/220-50М	—	—	7	9	10	—	—	—	8	11	—
ТН3-127/220-50М	—	—	7	9	10	—	—	—	8	11	—
ТН4-127/220-50М	—	7	9	8	11	—	—	—	10	—	—
ТН5-127/220-50М	—	—	7	9	10	—	—	—	8	11	—
ТН8-127/220-50М	—	7	9	8	11	—	—	10	—	—	—
ТН9-127/220-50М	—	—	7	8	—	—	—	9	10	11	—
ТН10-127/220-50М	—	7	9	8	11	—	—	—	10	—	—

Типономинал трансформатора	Расположение выводов при следующей маркировке лепестков										
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м
ТН11-127/220-50М	—	—	7	9	10	—	—	—	8	11	—
ТН13-127/220-50М	—	7	8	10	13	—	—	9	12	11	14
ТН14-127/220-50М	—	7	8	9	12	—	—	10	13	11	14
ТН15-127/220-50М	—	7	8	10	13	—	—	9	12	11	14
ТН16-127/220-50М	—	7	8	10	13	—	—	9	12	11	14
ТН17-127/220-50М	—	7	9	12	11	14	—	8	10	13	—
ТН18-127/220-50М	—	8	10	13	11	14	—	7	9	12	—
ТН19-127/220-50М	—	7	9	12	11	14	—	7	10	13	—
ТН23-127/220-50М	—	9	12	11	14	—	—	7	8	10	13
ТН24-127/220-50М	—	7	8	9	12	—	—	10	13	11	14
ТН25-127/220-50М	—	7	8	9	12	—	—	10	13	11	14
ТН26-127/220-50М	—	9	12	11	14	—	—	7	8	10	13
ТН27-127/220-50М	—	7	9	12	11	14	—	8	10	13	—
ТН28-127/220-50М	—	8	10	13	11	14	—	7	9	12	—
ТН29-127/220-50М	—	7	9	12	14	—	—	8	10	13	11
ТН30-127/220-50М	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН31-127/220-50М	—	7	13	16	12	15	8	9	10	11	14
ТН32-127/220-50М	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН33-127/220-50М	—	7	11	14	13	16	8	9	10	12	15
ТН34-127/220-50М	—	7	8	9	11	14	10	12	15	13	16
ТН35-127/220-50М	—	7	13	16	12	15	9	10	8	11	14
ТН36-127/220-50М	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН37-127/220-50М	7	9	13	16	12	15	8	10	11	14	—
ТН38-127/220-50М	9	10	7	23	16	12	8	11	14	15	—
ТН39-127/220-50М	8	10	11	14	13	16	7	9	12	15	—
ТН40-127/220-50М	9	10	13	16	12	15	7	8	11	14	—
ТН41-127/220-50М	—	7	9	11	14	12	8	10	13	16	15
ТН42-127/220-50М	—	9	13	16	12	15	7	8	10	11	14
ТН43-127/220-50М	—	7	8	9	11	14	10	12	15	13	16
ТН44-127/220-50М	—	9	13	16	12	15	7	8	10	11	14
ТН45-127/220-50М	—	7	9	10	11	14	8	12	15	13	16
ТН50-127/220-50М	—	7	13	16	12	15	8	9	10	11	14
ТН51-127/220-50М	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН52-127/220-50М	—	7	13	16	12	15	8	9	10	11	14
ТН53-127/220-50М	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН54-127/220-50М	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН55-127/220-50М	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН56-127/220-50М	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН57-127/220-50М	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15

воздействие механических нагрузок. При этом изменение основных электрических параметров трансформаторов не превышает 10 % величин, измеренных до воздействия всех внешних воздействующих факторов.

Конструкция трансформаторов разработана для установки на металлическом шасси аппаратуры или на печатных платах с креплением их винтами. Перед установкой в аппаратуру основание трансформатора или его участки, не имеющие покрытия напылением места пайки у лепестков после монтажа, а также неопаянные части лепестков и незадействованные лепестки покрываются двумя слоями лака, резьба втулок под крепежные винты перед установкой в аппаратуру смазывается тропикоустойчивой смазкой. Пайка внешнего монтажа осуществляется без затекания флюса и припоя на защитное покрытие. Длительность пайки к лепесткам трансформатора не должна превышать 5 с при мощности паяльника 60...80 В·А. К одному контактному лепестку подпаивается не более двух проводов, в том числе выводов подвесных деталей. Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и нарушение изоляционного покрытия около лепестков в результате пайки не допускаются. Монтажные провода перед пайкой механически закрепляются. Пайки встык и внахлест не применяют.

Конструкция и технические характеристики магнитопроводов, применяемых в накальных трансформаторах, рассмотрены в первой главе справочника.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды . . . . −60...+85 °C
Повышенная температура:
рабочая . . . . 85 °C
предельная . . . . 60 °C
при перегреве обмоток . . . . 45 °C
Пониженная температура:
рабочая . . . . −45 °C

предельная . . . . —40 °C
транспортирования . . . . —60 °C
Смена температур (циклическое многократное воздействие) . . . . —60...+85 °C
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °C . . . . 95 %
Атмосферное давление воздуха или давление другого неагрессивного газа:
пониженное, не менее . . . . 53,3 кПа (400 мм рт. ст.)
повышенное, не более . . . . 107 кПа (800 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...1000 Гц с ускорением, не более . . . . 7,5 g (73,5 м/с²)
Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением, не более . . . . . . 100 g (981 м/с²)
Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением, не более . . . . 500 g (4905 м/с²)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более . . . . 25 g (245 м/с²)
Морской туман и плесневые грибы . . . Для трансформаторов группы I
Акустические шумы в диапазоне частот 50...10 000 Гц с уровнем звукового давления, не более . . . . 150 дБ
Минимальное значение вероятности безотказной работы в течение 1000 ч при достоверности 0,9 0,99
Долговечность в режиме номинальной нагрузки, не менее . . . . 10 000 ч
Гарантийный срок хранения при температуре 5...35 °C и относительной влажности до 85 % . . . . 10 лет

Основные параметры. Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов типа ТН с уменьшенным расходом меди приведены в табл. 5.13 (в режиме номинальной нагрузки). Основные электрические параметры трансформаторов в режиме холостого хода приведены в табл. 5.14. Максимальные значения испытательного напряжения между обмотками и между корпусом и каждой из обмоток приведены в табл. 5.1.

Принципиальные электрические схемы накальных трансформаторов броневой и стержневой конструкции с уменьшенным расходом обмоточных проводов показаны на рис. 5.3. Напряжения на отводах первичной обмотки трансформаторов типа ТН с уменьшенным расходом меди даны в табл. 5.8. Варианты подключения накальных трансформаторов к сети переменного тока с частотой 50 Гц приведены в табл. 5.15. В таблицах основных электрических параметров в графах "Ток первичной

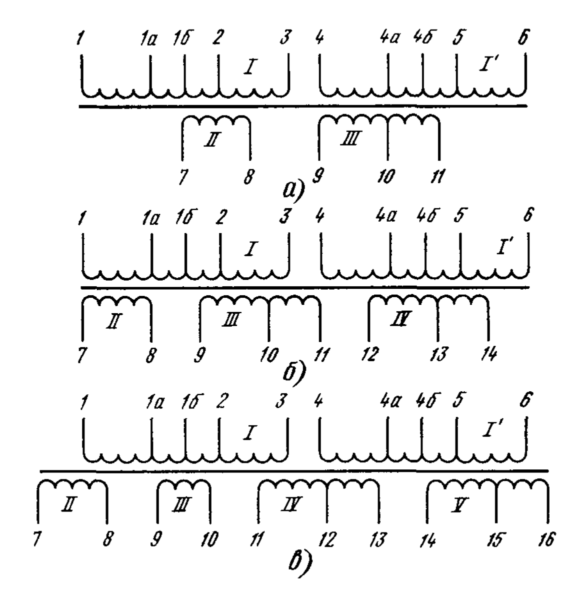


Рис. 5.3. Принципиальные электрические схемы унифицированных трансформаторов типа ТН с уменьшенным расходом меди:

а – ТН2 – ТН5, ТН8 – ТН11; *б* – ТН13 – ТН19, ТН23 – ТН29; *в* – ТН30 – ТН36, ТН42 – ТН57

Таблица 5.13. **Электрические параметры накальных трансформаторов с уменьшенным расходом меди в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А			
			II	III	IV	V	II	III	IV	V
ТН2-127/220-50М	14,5	0,2/0,12	6,3	5/6,3	—	—	1,14	1,14	—	—
ТН3-127/220-50М	14,5	0,2/0,12	6,3	5/6,3	—	—	0,48	1,86	—	—
ТН4-127/220-50М	21	0,27/0,16	6,3	5/6,3	—	—	1,82	1,5	—	—
ТН5-127/220-50М	33	0,39/0,22	6,3	5,08/6,3	—	—	0,48	4,76	—	—
ТН8-127/220-50М	60	0,62/0,36	6,3	5/6,3	—	—	4,6	4,9	—	—
ТН9-127/220-50М	60	0,62/0,36	6,3	5/6,3	—	—	0,52	9	—	—
ТН10-127/220-50М	75	0,87/0,5	6,3	5/6,3	—	—	5,95	5,95	—	—
ТН11-127/220-50М	100	1,09/0,63	6,3	5/6,3	—	—	8,7	8,7	—	—

<table>
<tr><th rowspan="2">Типономинал трансформатора</th><th rowspan="2">Мощность, В·А</th><th rowspan="2">Ток первичной обмотки, А</th><th colspan="4">Напряжение вторичных обмоток, В</th><th colspan="4">Ток вторичных обмоток, А</th></tr>
<tr><th>II</th><th>III</th><th>IV</th><th>V</th><th>II</th><th>III</th><th>IV</th><th>V</th></tr>
<tr><td>ТН13-127/220-50М</td><td>14,5</td><td>0,2/0,12</td><td rowspan="18">6,3</td><td rowspan="4">5/6,3</td><td rowspan="2">5/6,3</td><td>—</td><td>0,78</td><td>0,78</td><td>0,78</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН14-127/220-50М</td><td>21</td><td>0,27/0,16</td><td>—</td><td>1,5</td><td>0,93</td><td>0,93</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН15-127/220-50М</td><td rowspan="2">21</td><td rowspan="2">0,27/0,16</td><td rowspan="2">5/6,3</td><td>—</td><td>0,92</td><td>1,2</td><td>1,2</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН16-127/220-50М</td><td>—</td><td>0,8</td><td>1,28</td><td>1,29</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН17-127/220-50М</td><td rowspan="3">33</td><td rowspan="3">0,39/0,22</td><td rowspan="3">5,08/6,3</td><td rowspan="3">5,08/6,3</td><td>—</td><td rowspan="3">1</td><td>2,12</td><td>2,12</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН18-127/220-50М</td><td>—</td><td>3,24</td><td>1</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН19-127/220-50М</td><td>—</td><td>1,85</td><td>2,3</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН23-127/220-50М</td><td rowspan="4">60</td><td rowspan="4">0,62/0,36</td><td rowspan="7">5/6,3</td><td rowspan="11">5/6,3</td><td>—</td><td>1,55</td><td>4</td><td>4</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН24-127/220-50М</td><td>—</td><td>6,3</td><td>1,6</td><td>1,6</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН25-127/220-50М</td><td>—</td><td>5,6</td><td>2</td><td>2</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН26-127/220-50М</td><td>—</td><td>1,8</td><td>2,8</td><td>4,94</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН27-127/220-50М</td><td rowspan="2">75</td><td rowspan="2">0,87/0,5</td><td>—</td><td>1,04</td><td>3,65</td><td>7,25</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН28-127/220-50М</td><td>—</td><td>1,94</td><td>4,57</td><td>5,43</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН29-127/220-50М</td><td>100</td><td>1,09/0,63</td><td>—</td><td>3,16</td><td>5,16</td><td>9,16</td><td>—</td></tr>
<tr><td>ТН30-127/220-50М</td><td>14,5</td><td>0,2/0,12</td><td rowspan="4">6,3</td><td rowspan="4">5/6,3</td><td>0,58</td><td>0,58</td><td>0,58</td><td>0,58</td></tr>
<tr><td>ТН31-127/220-50М</td><td rowspan="3">21</td><td rowspan="3">0,27/0,16</td><td>2,7</td><td>0,22</td><td>0,22</td><td>0,22</td></tr>
<tr><td>ТН32-127/220-50М</td><td>0,68</td><td>0,68</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">1</td></tr>
<tr><td>ТН33-127/220-50М</td><td>0,354</td><td>1</td></tr>
<tr><td>ТН34-127/220-50М</td><td>33</td><td>0,39/0,22</td><td rowspan="19">6,3</td><td>5,08/6,3</td><td>5,08/6,3</td><td>5,08/6,3</td><td>2,5</td><td>0,92</td><td>0,92</td><td>0,92</td></tr>
<tr><td>ТН35-127/220-50М</td><td rowspan="2">33</td><td rowspan="2">0,39/0,22</td><td rowspan="18">6,3</td><td rowspan="2">5,08/6,3</td><td rowspan="2">5,08/6,3</td><td>1,05</td><td>2,1</td><td>1,05</td><td>1,05</td></tr>
<tr><td>ТН36-127/220-50М</td><td>1,3</td><td>1,3</td><td>1,3</td><td>1,3</td></tr>
<tr><td>ТН41-127/220-50М</td><td rowspan="8">60</td><td rowspan="8">0,62/0,36</td><td rowspan="16">5/6,3</td><td rowspan="16">5/6,3</td><td>1,2</td><td>1,2</td><td>3</td><td>4,2</td></tr>
<tr><td>ТН42-127/220-50М</td><td>1,45</td><td>2,7</td><td>2,7</td><td>2,7</td></tr>
<tr><td>ТН43-127/220-50М</td><td>4,8</td><td>1,58</td><td>1,58</td><td>1,58</td></tr>
<tr><td>ТН44-127/220-50М</td><td>1</td><td>2,9</td><td>3</td><td>3</td></tr>
<tr><td>ТН45-127/220-50М</td><td>2,75</td><td>4,72</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>ТН46-127/220-50М</td><td>2,38</td><td>2,38</td><td>2,38</td><td>2,38</td></tr>
<tr><td>ТН47-127/220-50М</td><td>1</td><td>3,5</td><td>2,5</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td>ТН48-127/220-50М</td><td>2,5</td><td>4,8</td><td>1,15</td><td>1,15</td></tr>
<tr><td>ТН49-127/220-50М</td><td rowspan="4">75</td><td rowspan="4">0,87/0,5</td><td>2,3</td><td>4,4</td><td>2,6</td><td>2,6</td></tr>
<tr><td>ТН50-127/220-50М</td><td>1,8</td><td>5,1</td><td>2,5</td><td>2,5</td></tr>
<tr><td>ТН51-127/220-50М</td><td>1,55</td><td>1,55</td><td>4,4</td><td>4,4</td></tr>
<tr><td>ТН52-127/220-50М</td><td>0,6</td><td>5,3</td><td>3</td><td>3</td></tr>
<tr><td>ТН54-127/220-50М</td><td rowspan="4">100</td><td rowspan="4">1,09/0,63</td><td>2,5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr>
<tr><td>ТН55-127/220-50М</td><td>0,75</td><td>0,75</td><td>8</td><td>8</td></tr>
<tr><td>ТН56-127/220-50М</td><td>5,8</td><td>3,89</td><td>3,89</td><td>3,89</td></tr>
<tr><td>ТН57-127/220-50М</td><td>2</td><td>3,85</td><td>5,8</td><td>5,8</td></tr>
</table>

Таблица 5.14. **Электрические параметры накальных трансформаторов с уменьшенным расходом меди в режиме холостого хода**

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В			
		II	III	IV	V
ТН2-127/220-50М	0,18/0,1	7	5,56/7,02	—	—
ТН3-127/220-50М					
ТН4-127/220-50М	0,25/0,14	6,94	5,5/7	—	—
ТН5-127/220-50М	0,32/0,18	6,9	5,5/6,9	—	—
ТН8-127/220-50М	0,38/0,21	7,05	5,68/7,16	—	—
ТН9-127/220-50М		7,04	5,6/7,06	—	—
ТН10-127/220-50М	0,48/0,27	7,06	5,63/7,1	—	—
ТН11-127/220-50М	0,59/0,34	6,89	5,48/6,9		
ТН13-127/220-50М	0,18/0,1	7,04	5,6/7,06	5,62/7,07	—
ТН14-127/220-50М		6,94	5,5/6,94	5,5/6,96	—
ТН15-127/220-50М	0,25/0,14			5,5/6,95	—
ТН16-127/220-50М		6,91	6,94	5,55/6,94	—
ТН17-127/220-50М			5,59/7		
ТН18-127/220-50М	0,32/0,18	7	5,55/7	5,55/7	—
ТН19-127/220-50М					—
ТН23-127/220-50М		7,15	5,8/7,05	5,6/7,1	—
ТН24-127/220-50М	0,38/0,21	7,05	5,6/7,08	5,6/7,08	—
ТН25-127/220-50М		7,1	5,55/7	5,6/7,05	—
ТН26-127/220-50М		7,15	5,65/7	5,58/7,04	—
ТН27-127/220-50М	0,48/0,27	7,14	5,67/7,15	5,67/7,17	—
ТН28-127/220-50М		7,15	5,63/7,1	5,6/7,02	—
ТН29-127/220-50М	0,59/0,34	6,89	5,5/6,91	5,5/6,9	—
ТН30-127/220-50М	0,18/0,1	7	7	5,56/7,02	5,58/7,05
ТН31-127/220-50М		6,92	6,94	5,5/6,95	5,5/6,95
ТН32-127/220-50М	0,25/0,14	6,95	6,96	5,5/6,9	5,5/6,93
ТН33-127/220-50М		7	6,95	5,5/6,95	5,55/7
ТН34-127/220-50М		7	7	5,63/7,1	5,63/7,1
ТН35-127/220-50М	0,32/0,18				
ТН36-127/220-50М		6,9	6,9	5,55/7	5,55/7
ТН41-127/220-50М		7,12	7,11	5,64/7,12	5,62/7,1
ТН42-127/220-50М		7,06	7,1	5,65/7,13	5,65/7,18
ТН43-127/220-50М		7,08		5,63/7,12	5,65/7,12
ТН44-127/220-50М	0,38/0,21	7,15		5,65/7,14	5,65/7,15
ТН45-127/220-50М		7,13	7,12		5,68/7,15
ТН46-127/220-50М		7,02	7,04	5,6/7,05	5,61/7,08
ТН47-127/220-50М		7,13	7,12	5,63/7,4	5,64/7,12
ТН48-127/220-50М		7,1		5,67/7,15	5,68/7,16

Окончание табл. 5.14

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В			
		II	III	IV	V
ТН49-127/220-50М	0,48/0,27	7,05	7,1	5,67/7,15	5,67/7,16
ТН50-127/220-50М		7,06			5,7/7,2
ТН51-127/220-50М		7,09			5,67/7,16
ТН52-127/220-50М					
ТН54-127/220-50М	0,59/0,34	6,9	6,89	5,48/6,9	5,49/6,91
ТН55-127/220-50М			6,9	5,47/6,92	5,47/6,92
ТН56-127/220-50М		6,86		5,48/6,91	5,49/6,91
ТН57-127/220-50М		6,9		5,44/6,86	5,45/6,87

Таблица 5.15. **Варианты подключения к сети переменного тока с частотой 50 Гц накальных трансформаторов с уменьшенным расходом меди**

Напряжение сети, В	Варианты соединений выводов	Выводы, на которые подается напряжение сети
127	1—4; 3—6	1—3 или 4—6
220	2—4	1—5

обмотки" и "Напряжение вторичных обмоток" даны значения тока и напряжения в виде дроби: в числителе — при подключении трансформатора к сети 127 В; в знаменателе — при подключении к сети 220 В.

Наличие нескольких вторичных обмоток, рассчитанных на различные токи и напряжения, и возможность их последовательного и параллельного соединений позволяют получать всевозможные сочетания токов и напряжений для питания устройств различного функционального назначения. Максимальные отклонения напряжений вторичных обмоток трансформаторов с уменьшенным расходом меди, измеренные в номинальном режиме при нормальных климатических условиях, составляют ±5 % для основных и ±10 % для компенсационных обмоток. Максимальные отклонения напряжений вторичных обмоток, измеренные в условиях повышенной и пониженной рабочих температур, составляет —6...—9 % для основных и —13...—23 % для компенсационных обмоток. Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и корпусом трансформаторов в нормальных условиях эксплуатации не менее 1000 МОм. Сопротивление изоляции трансформаторов при повышенной температуре падает. При кратковременном воздействии повышенной влажности окружающего воздуха (95 %) при температуре 40 °С сопротивление изоляции для трансформаторов, залитых в форму, составляет 50 МОм и выше, для трансформаторов с эмалевым покрытием (климатическое исполнение УХЛ) — 20 МОм.

5.3. Трансформаторы с уменьшенным расходом меди накальные высокостабильные

Низковольтные трансформаторы питания типа ТНВС с повышенной стабильностью технико-эксплуатационных характеристик рассчитаны на напряжение сети питания 127 и 220 В с частотой 50 Гц. Трансформаторы изготавливают на броневых магнитопроводах типа ШЛм унифицированной конструкции, электромагнитные и конструктивные параметры которых рассмотрены в первой главе справочника. В зависимости от требований по влагостойкости изготовляют две группы трансформаторов типа ТНВС: группа I — всеклиматическое исполнение; группа II — исполнение УХЛ. Трансформаторы группы I имеют покрытие, выполненное напылением или залитые влагозащищенными компаундами в форму; трансформаторы группы II — с эмалевым покрытием.

Накальные трансформаторы с повышенной стабильностью применяют для питания радиоэлектронной аппаратуры бытового и промышленного назначения, в которых используются электровакуумные и полупроводниковые приборы.

Трансформаторам низковольтным однофазным с повышенной стабильностью присвоено сокращенное обозначение — ТНВС, где Т — трансформатор; Н — накальный; ВС — высокой стабильности. В конструкторской документации при разработке аппаратуры и трансформаторов, а также при заказе применяется полное условное обозначение, которое состоит из слова "трансформатор", сокращенного обозначения его типа, условного порядкового номера, номинального напряжения сети питания (127 или 220 В, которые записывают в виде дроби 127/220), номинальной частоты сети, климатического исполнения (в данном случае с индексом Т или без него), обозначения стандарта или ТУ, по которым осуществляется изготовление и приемка готовых трансформаторов. В условном обозначении климатическое исполнение и группа исполнения трансформатора отождествлены. Пример полного условного обозначения накального низковольтного однофазного трансформатора питания броневой конструкции с уменьшенным расходом меди, повышенной стабильности, с порядковым номером 15, с номинальным напряжением сети 127 или 220 В с частотой 50 Гц, тропического исполнения (с заливкой в форму): трансформатор ТНВС15-127/220-50МТ.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры накальных трансформаторов тропического варианта исполнения (группа I) с уменьшенным расходом меди с повышенной стабильностью показаны на рис. 3.1. Общий вид, габаритные и установочные размеры накальных трансформаторов с эмалевым покрытием типа ТНВС показаны на рис. 3.4 и 3.5.

Конструктивные размеры и масса высокостабильных трансформаторов типа ТНВС с уменьшенным расходом меди групп I и II исполнения приведены в табл. 5.16. Перечень броневых магнитопроводов, применяемых в трансформаторах типа ТНВС, приведены в табл. 5.17. Выводы и лепестки накальных трансформаторов обозначают прописными буквами русского алфавита и цифрами, сочетания которых приведены в табл. 5.18.

Конструкция накальных трансформаторов типа ТНВС выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур (—60...135 °С) и воздействие механических нагрузок, рассмотренных в условиях эксплуатации. При этом не происходит изменение тока холостого хода и других основных электрических параметров, превышающих допускаемые отклонения.

Конструкция трансформаторов разработана для установки на шасси аппаратуры или на печатных платах функциональных блоков с креплением винтами. Перед установкой в аппаратуру основание трансформатора или его участки, не имеющие покрытия напылением, места пайки у лепестков после монтажа, а также неспаянные части лепестков и незадействованные лепестки покрывают двумя слоями лака марки УР-231; резьбу втулок под крепежные винты перед установкой в аппаратуру смазывают тропикоустойчивой смазкой. Пайка внешнего монтажа

Таблица 5.16. **Конструктивные размеры накальных трансформаторов с повышенной стабильностью уменьшенного расхода меди**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	А, мм	A_1, мм	В, мм	Н, мм	L, мм	d, мм	h, мм	Масса, г, не более
ШЛм20×25		40	46	68	75	74	М4	7,5	950
ШЛм20×32		46		75					1100
ШЛм25×25		46		74					1550
ШЛм25×32		50	58	81	92	88	М5	10	2100
ШЛм25×40	3.1	60		89					2700
ШЛм32×32		50		86					3100
ШЛм32×40		60	72	105	111	108	М5	10	3700
ШЛм32×50		70		110					4200
ШЛм20×25	3.4	40	46	62	72	68	М4	6,5	850
ШЛм20×32		46		69					1000
ШЛм25×25	3.5	46	58	68	88	82	5,5	—	1400
ШЛм25×32		50		75					1900
ШЛм25×40		60	58	83	88	82			2400
ШЛм32×32		50		81					2750
ШЛм32×40	3.5	60	72	99	107	102	5,5	—	3300
ШЛм32×50		70		104					3700

Таблица 5.17. **Перечень магнитопроводов, применяемых в накальных трансформаторах повышенной стабильности с уменьшенным расходом меди типа ТНВС**

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода
ТНВС1-127/220-50М	ШЛм20×25	ТНВС7-127/220-50М	ШЛм25×32	ТНВС13-127/220-50М	ШЛм32×40
ТНВС2-127/220-50М		ТНВС8-127/220-50М		ТНВС14-127/220-50М	
ТНВС3-127/220-50М	ШЛм20×32	ТНВС9-127/220-50М	ШЛм25×40	ТНВС15-127/220-50М	
ТНВС4-127/220-50М		ТНВС10-127/220-50М		ТНВС16-127/220-50М	
ТНВС5-127/220-50М	ШЛм25×25	ТНВС11-127/220-50М	ШЛм32×32	ТНВС17-127/220-50М	ШЛм32×50
ТНВС6-127/220-50М		ТНВС12-127/220-50М		ТНВС18-127/220-50М	

Таблица 5.18. **Сочетания обозначений обмоток выводов накальных трансформаторов повышенной стабильности**

Типономинал трансформатора	Расположение выводов при следующей маркировке лепестков														
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И	К	Л	М	Н	П	Р	С
ТНВС1-127/220-50М	1	2	3	5	6	—	4	7	8	9	12	—	13	14	15
ТНВС2-127/220-50М	1	2	3	5	6	—	4	7	8	9	12	—	13	14	15
ТНВС3-127/220-50М	1	2	3	5	6	—	4	7	8	9	12	—	13	14	15
ТНВС4-127/220-50М	1	2	3	5	6	—	4	7	8	9	12	—	13	14	15
ТНВС5-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	13	14	15
ТНВС6-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	10	16	13
ТНВС7-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	13	14	11
ТНВС8-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	11	13	15
ТНВС9-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	13	14	11
ТНВС10-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	10	11	14
ТНВС11-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	16	15	18
ТНВС12-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	11	13	15
ТНВС13-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	10	11	—
ТНВС14-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	10	11	17
ТНВС15-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	11	13	15
ТНВС16-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	10	11	—
ТНВС17-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	10	11	16
ТНВС18-127/220-50М	1	5	3	9	8	4	2	6	7	12	8а	4а	10	11	17

осуществляется без затекания флюса и припоя на защитное покрытие. Длительность пайки к лепесткам трансформатора не превышает 5 с при мощности паяльника 60...80 В·А. К одному контактному лепестку подпаивают не более двух проводов, в том числе выводов подвесных деталей. Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и нарушение изоляционного покрытия около лепестков в результате пайки не допускается. Монтажные провода перед пайкой механически закрепляют. Пайки встык и внахлест не применяют.

Конструкция и технические характеристики броневых магнитопроводов, применяемых в накальных трансформаторах типа ТНВС, обеспечивающих уменьшенный расход медных обмоточных проводов, рассмотрены в первой главе справочника.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды . . . . −60...+85 °С
Повышенная температура:
рабочая . . . . 85 °С
предельная . . . . 100 °С
при перегреве обмоток . . . . 55 °С
Пониженная температура:
рабочая . . . . −60 °С
предельная . . . . −60 °С
транспортирования . . . . −60 °С
Смена температур (циклическое многократное воздействие):
для трансформаторов группы I (с учетом перегрева) . . . . −60...+135 °С
для трансформаторов группы II . . . −60...+100 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С . . . . 98 %
Атмосферное давление воздуха или давление другого неагрессивного газа:
пониженное, не менее . . . . 53,3 кПа (400 мм рт. ст.)
повышенное, не более . . . . 107 кПа (800 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...1000 Гц с ускорением, не более . . . . 30 g (294,3 м/с^2)
Многократные удары длительностью ударов 1...3 мс с ускорением, не более 150 g (1471,5 м/с^2)
Одиночные удары длительностью ударов 1...2 мс с ускорением, не более 500 g (4905 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более . . . . 25 g (245 м/с^2)
Морской туман, плесневые грибы . . . Для трансформаторов группы I работоспособность сохраняется
Минимальное значение вероятности безотказной работы в течение 1000 ч при достоверности равной 0,9 0,99
Долговечность трансформаторов в режиме номинальной нагрузки . . . . . . 10 000 ч
Гарантийный срок хранения при температуре 0...35 °С и относительной влажности 85 %, не менее . . . . 12 лет

Основные параметры. Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов типа ТНВС с уменьшенным расходом меди с повышенной стабильностью приведены в табл. 5.19 (в режиме номинальной нагрузки). Основные электрические параметры и

уменьшенным расходом меди

т	ф	х	ц	ш	щ	э	ю	я	-
—	—	—	10	11	15	17	—	—	
17	18	—	10	11	16	19	20	—	
—	—	—	10	11	15	17	—	—	
17	18	—	10	11	16	19	20	—	
18	11	—	10	16	19	17	20	—	
22	17	21	11	14	15	19	20	18	
16	18	—	10	16	17	19	20	—	
18	19	22	10	14	16	17	20	21	
16	19	—	10	15	18	17	20	—	
16	17	20	13	15	18	21	19	22	
10	11	—	13	14	19	17	20	—	
19	22	18	10	14	16	17	20	21	
—	—	—	13	15	14	17	16	—	
15	18	—	15	19	13	14	20	—	
19	22	18	10	14	15	17	20	21	
—	—	—	16	15	13	17	14	—	
18	15	—	14	13	17	17	20	—	
20	14	16	18	19	22	13	15	21	

технические характеристики трансформаторов в режиме холостого хода приведены в табл. 5.20.

Изоляция между обмотками, а также между корпусом и каждой из обмоток выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия воздействие максимального напряжения с частотой 50 Гц, значение которого указано в табл. 5.21.

Принципиальные электрические схемы накальных трансформаторов типа ТНВС с уменьшенным расходом меди повышенной стабильности показаны на рис. 5.4. Напряжения на отводах первичной обмотки трансформаторов типа ТНВС приведены в табл. 5.22. Соединение выводов первичной обмотки для получения выходного напряжения 6,3 В приведено в табл. 5.23. Отклонение выходного напряжения не превышает ±7 %.

Максимально допустимые нагрузки трансформаторов повышенной стабильности приведены в табл. 5.24. При этом и во всех других случаях эксплуатации трансформаторов суммарная погрешность измерения и погрешность изготовления учитывается в пределах, не превышающих 0,8 %. Допуск на напряжение сети переменного тока ±5 %. В технически обоснованных случаях трансформаторы могут эксплуатироваться в следующих режимах:

При частоте сети	50 ± 2 Гц
При колебаниях напряжения сети . .	+10...—20 %
При допустимой регулировке отводами	+6 %
При допустимой мощности:	
для ТНВС1 — ТНВС8	по табл. 5.24
для ТНВС9 — ТНВС15	на 10 % ниже максимальной по табл. 5.24
для ТНВС16 — ТНВС18	на 15 % ниже максимальной по табл. 5.24
При окружающей температуре	—60...+85 °С

Таблица 5.19. **Электрические параметры накальных трансформаторов повышенной стабильности типа ТНВС с уменьшенным расходом меди в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В			Номинальное значение тока в обмотках, А	
			III	IV	V	II	III, IV, V
ТНВС1-127/220-50М	4,5	0,08/0,05	5/6,3	—	—	0,357	0,357
ТНВС2-127/220-50М	4	0,08/0,05	4,96/6,3	4,95/6,3	—	0,445	0,0952
ТНВС3-127/220-50М	7	0,11/0,07	4,93/6,3	—	—	0,555	0,555
ТНВС4-127/220-50М	6,5	0,105/0,06	4,92/6,3	4,92/6,3	—	0,722	0,155
ТНВС5-127/220-50М	10	0,14/0,08	4,93/6,3	4,93/6,3	—	1,11	0,238
ТНВС6-127/220-50М	10	0,14/0,08	6,3/6,3	4,95/6,3	4,95/6,3	0,397	0,397
ТНВС7-127/220-50М	15,5	0,22/0,13	4,9/6,3	4,9/6,3	—	1,72	0,369
ТНВС8-127/220-50М	15,5	0,22/0,13	6,3/6,3	4,9/6,3	4,9/6,3	0,615	0,615
ТНВС9-127/220-50М	25	0,31/0,18	4,93/6,3	4,93/6,3	—	2,78	0,595
ТНВС10-127/220-50М	25	0,31/0,18	6,3/6,3	4,98/6,3	4,98/6,3	0,995	0,995
ТНВС11-127/220-50М	40	0,43/0,25	5,1/6,3	5,1/6,3	—	4,45	0,95
ТНВС12-127/220-50М	38	0,43/0,25	6,3/6,3	5,09/6,3	5,09/6,3	1,51	1,51
ТНВС13-127/220-50М	66	0,67/0,38	4,9/6,3	—	—	5,23	5,23
ТНВС14-127/220-50М	64	0,65/0,38	4,92/6,3	4,92/6,3	—	7,12	1,52
ТНВС15-127/220-50М	50	0,52/0,31	6,3/6,3	4,9/6,3	4,9/6,3	1,99	1,99
ТНВС16-127/220-50М	116	1,13/0,65	4,84/6,3	—	—	9,2	9,2
ТНВС17-127/220-50М	93	0,95/0,5	4,84/6,3	4,84/6,3	—	10,35	2,21
ТНВС18-127/220-50М	80	0,86/0,5	6,3/6,3	4,85/6,3	4,85/6,3	3,18	3,18

Примечание. Напряжение на вторичной обмотке II накальных трансформаторов (выводы 13 – 14) равно 6,3 В.

Таблица 5.20. **Электрические параметры накальных высокостабильных трансформаторов типа ТНВС с уменьшенным расходом меди в режиме холостого хода**

Типономинал трансформатора	Ток холостого хода, А	Напряжение на отводах первичной обмотки, В					Напряжение на вторичных обмотках, В			
		1–2; 5–6	3–4; 7–8	4–4а; 8–8а	9–10; 11–12	10–11	II	III	IV	V
ТНВС1-127/220-50М	0,07/0,04	8,9	22,15	—	1,3	1,2	6,5	5,14/6,5	—	—
ТНВС2-127/220-50М	0,07/0,04	8,9	22,15	—	1,3	1,2	6,5	5,14/6,5	5,14/6,5	—
ТНВС3-127/220-50М	0,09/0,05	8,95	22,15	—	1,3	1,25	6,5	5,09/6,5	—	—
ТНВС4-127/220-50М	0,09/0,05	8,95	22,15	—	1,3	1,25	6,49	5,08/6,49	5,08/6,49	—
ТНВС5-127/220-50М	0,1/0,06	8,9	22,15	0,7	1,3	1,2	6,45	5,05/6,45	5,05/6,45	—
ТНВС6-127/220-50М	0,1/0,06	8,9	22	0,7	1,3	1,2	6,46	6,46	5,06/6,46	5,06/6,46
ТНВС7-127/220-50М	0,17/0,1	8,8	22,1	0,715	1,3	1,2	6,44	5/6,44	5/6,44	—
ТНВС8-127/220-50М	0,17/0,1	8,8	21,95	0,715	1,3	1,2	6,45	6,45	5,01/6,45	5,01/6,45
ТНВС9-127/220-50М	0,23/0,14	9,05	22	0,55	1,25	1,4	6,5	5,08/6,5	5,08/6,5	—
ТНВС10-127/220-50М	0,23/0,14	9,05	22	0,55	1,25	1,4	6,48	6,49	5,07/6,48	5,07/6,48
ТНВС11-127/220-50М	0,26/0,16	8,95	22,2	0,615	1,4	1,25	6,45	5,22/6,45	5,22/6,45	—
ТНВС12-127/220-50М	0,23/0,13	8,9	22,2	0,615	1,4	1,25	6,48	6,48	5,24/6,48	5,24/6,48
ТНВС13-127/220-50М	0,32/0,18	8,75	22,1	0,75	1,35	1,15	6,47	6,47	—	—
ТНВС14-127/220-50М	0,31/0,18	8,75	22,1	0,75	1,35	1,15	6,47	4,95/6,47	4,95/6,47	—
ТНВС15-127/220-50М	0,26/0,15	8,75	22,05	0,75	1,35	1,15	6,45	6,45	4,95/6,45	4,95/6,45
ТНВС16-127/220-50М	0,45/0,26	9,1	22,15	0,5	1,25	1,5	6,46	4,97/6,46	—	—
ТНВС17-127/220-50М	0,41/0,24	9,1	22,15	0,5	1,25	1,5	6,46	4,97/6,46	4,97/6,46	—
ТНВС18-127/220-50М	0,42/0,25	9,1	22,15	0,5	1,25	1,5	6,46	6,46	4,97/6,46	4,97/6,46

Таблица 5.21. **Максимальные испытательные напряжения на обмотках трансформаторов типа ТНВС**

Место приложения напряжения	Максимальное испытательное напряжение, Кв (эфф)
Первичные обмотки (напряжение сети 127 В) — корпус	1,2
Первичные обмотки (напряжение сети 220 В) — корпус	1,4
Вторичные обмотки — корпус	2
Первичные обмотки — корпус	2
Между вторичными обмотками	2

Таблица 5.22. **Напряжение на отводах первичной обмотки трансформаторов повышенной стабильности типа ТНВС**

Обмотка трансформатора	Отводы	Напряжение, снимаемое с отводов
I, 1′	1—2	8,9
	1—3	110
	1—4	132,08
	1—4а	132,72
I″	9—10	1,27
	9—11	2,54
	9—12	3,81

Примечание. Трансформаторы ТНВС1 и ТНВС2 не имеют отводов 4а и 8а.

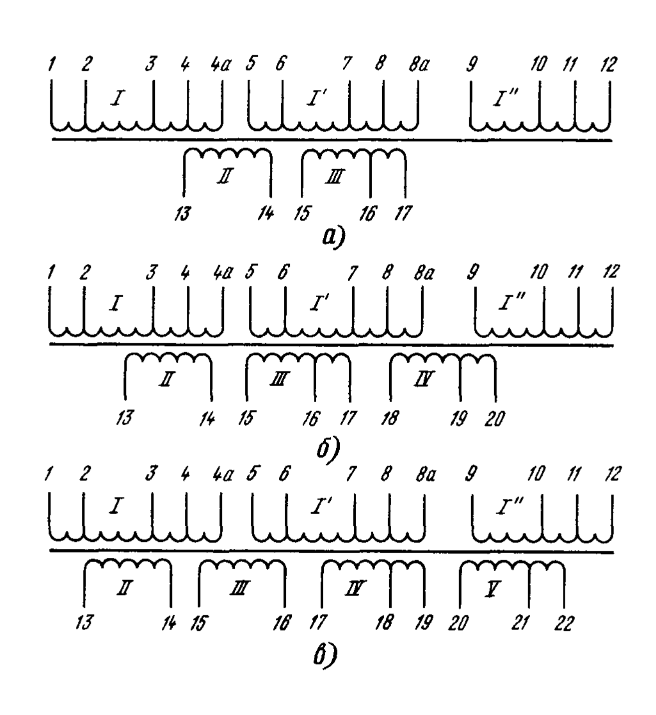


Рис. 5.4. Принципиальные электрические схемы трансформаторов повышенной стабильности типа ТНВС с уменьшенным расходом меди:

а – ТНВС1, ТНВС3, ТНВС13, ТНВС16; *б* – ТНВС2, ТНВС4, ТНВС5, ТНВС7, ТНВС9, ТНВС11, ТНВС14, ТНВС17; *в* – ТНВС6, ТНВС8, ТНВС10, ТНВС12, ТНВС15, ТНВС18

Таблица 5.23. **Соединения выводов первичной обмотки трансформаторов типа ТНВС для получения выходного напряжения 6,3 В**

Номинальное напряжение 127 В		Отклонение выходных напряжений, %	Номинальное напряжение 220 В		Отклонение выходных напряжений, %
Выводы для подключения сети	Соединение выводов		Выводы для подключения сети	Соединение выводов	
2; 9	—	7	2; 11	3 + 6; 7 + 9	7
2; 9	—	6,5	2; 12	3 + 6; 7 + 9	6,5
2; 9	2 + 6; 4 + 8 + 12	6	1; 9	3 + 6; 7 + 12	6
2; 9	2 + 6; 4a + 8a + 12	5,5	1; 10	3 + 6; 7 + 12	5,5
2; 10	2 + 6; 4 + 8 + 12	5	—	—	5
2; 10	2 + 6; 4a + 8a + 12	4,5	1; 11	3 + 6; 7 + 12	4,5
2; 11	2 + 6; 4 + 8 +	4	1; 7	3 + 6	4
2; 11	2 + 6; 4a + 8a +	3,5	1; 10	3 + 6; 7 + 9	3,5
2; 4	2 + 6; 4 + 8	3	1; 11	3 + 6; 7 + 9	3
2; 4	2 + 6; 4a + 8a	2,5	1; 12	3 + 6; 7 + 9	2,5
2; 10	2 + 6; 4 + 8 + 9	2	1; 9	3 + 5; 7 + 12	2
2; 10	2 + 6; 4a + 8a + 9	1,5	—	—	1,5
2; 11	2 + 6; 4 + 8 + 9	1	1; 9	3 + 5; 7 + 11	1
2; 11	2 + 6; 4a + 8a + 9	0,5	1; 11	3 + 5; 7 + 11	0,5
2; 12	2 + 6; 4 + 8 + 9	0	1; 7	3 + 5	0
2; 12	2 + 6; 4a + 8a + 9	—0,5	1; 10	3 + 5; 7 + 9	—0,5
1; 9	1 + 5; 4 + 8 + 12	—1	1; 11	3 + 5; 7 + 9	—1
1; 9	1 + 5; 4a + 8a + 12	—1,5	1; 12	3 + 5; 7 + 9	—1,5
1; 10	1 + 5; 4 + 8 + 12	—2	2; 7	4 + 6	—2
1; 10	1 + 5; 4a + 8a +	—2,5	2; 10	4 + 6; 7 + 9	—2,5
1; 11	1 + 5; 4 + 8 + 12	—3	2; 11	4 + 6; 7 + 10	—3
1; 11	1 + 5; 4a + 8a +12	—3,5	2; 12	4 + 6; 7 + 10	—3,5
1; 4	1 + 5; 4 + 8	—4	—	—	—4
1; 4	1 + 5; 4a + 8a	—4,5	2; 9	4 + 5; 7 + 12	—4,5
1; 10	1 + 5; 4 + 8 + 9	—5	2; 10	4 + 5; 7 + 12	—5
1; 10	1 + 5; 4a + 8a +	—5,5	2; 11	4 + 5; 7 + 12	—5,5
1; 11	1 + 5; 4 + 8 + 9	—6	2; 7	4 + 5	—6
1; 11	1 + 5; 4a + 8a + 9	—6,5	2; 10	4 + 5; 7 + 9	—6,5
1; 12	1 + 5; 4 + 8 + 9	—7	2; 11	4 + 5; 7 + 9	—7

Таблица 5.24. **Максимально допустимые нагрузки трансформаторов типа ТНВС с уменьшенным расходом меди**

Типономинал трансформатора	Максимальная мощность, В·А	Максимальный ток вторичной обмотки II, А	Максимальный ток вторичных обмоток III, IV, V, А	Типономинал трансформатора	Максимальная мощность, В·А	Максимальный ток вторичной обмотки II, А	Максимальный ток вторичных обмоток III, IV, V, А
ТНВС1-127/220-50М	15	1,96	1,96	ТНВС9-127/220-50М	86	9,57	3,05
ТНВС2-127/220-50М		2,45	0,525	ТНВС10-127/220-50М		4,08	4,08
ТНВС3-127/220-50М	23	3,05	3,05	ТНВС11-127/220-50М	105	11,7	3,75
ТНВС4-127/220-50М		3,95	0,852	ТНВС12-127/220-50М		5	5
ТНВС5-127/220-50М	36	6,1	1,38	ТНВС13-127/220-50М	180	18,6	18,6
ТНВС6-127/220-50М		2,18	2,18	ТНВС14-127/220-50М	175	18,4	5,85
ТНВС7-127/220-50М	56	8	2,03	ТНВС15-127/220-50М	135	6,48	6,48
ТНВС8-127/220-50М		3,38	3,38	ТНВС16-127/220-50М	215	22	22
				ТНВС17-127/220-50М	200	22,5	7,15
				ТНВС18-127/220-50М	170	8,1	8,1

В таблицах основных электрических параметров в графах "Ток первичной обмотки" и "Напряжение на вторичных обмотках" даны значения тока и напряжения в виде дроби, где в числителе приведены значения тока и напряжения при подключении трансформатора к сети переменного тока напряжением 127 В; в знаменателе – при подключении к сети 220 В.

Наличие вторичных обмоток, рассчитанных на различные токи и напряжения, и возможность их последовательного и параллельного соединений позволяет получать большое число сочетаний токов и напряжений для питания устройств различного функционального назначения. Максимальные отклонения напряжений вторичных обмоток трансформаторов с уменьшенным расходом меди, измеренные в номинальном режиме при нормальных климатических условиях, приведены в табл. 5.23.

Сопротивление изоляции трансформаторов между обмотками и между обмотками и корпусом в нормальных условиях не менее 1000 МОм. При кратковременном воздействии повышенной влажности окружающего воздуха (98 %) при температуре 40 °С сопротивление изоляции для трансформаторов группы I составляет 20 МОм, для трансформаторов группы II не менее 10 МОм.

Коэффициенты трансформации накальных трансформаторов повышенной стабильности типа ТНВС с уменьшенным расходом меди приведены в табл. 5.25.

Таблица 5.25. **Коэффициенты трансформации накальных трансформаторов повышенной стабильности типа ТНВС**

Типономинал трансформатора	Номинальное напряжение, В	Коэффициент трансформации при холостом ходе
ТНВС1-127/220-50М	127	19,494...19,65
	220	33,798...34,07
ТНВС2-127/220-50М	127	19,494...19,65
	220	33,798...34,07
ТНВС3-127/220-50М	127	19,525...19,581
	220	33,861...34,133
ТНВС4-127/220-50М	127	19,551...19,709
	220	33,915...34,187
ТНВС5-127/220-50М	127	19,655...19,831
	220	34,045...34,319
ТНВС6-127/220-50М	127	19,614...19,772
	220	33,991...34,264
ТНВС7-127/220-50М	127	19,627...19,783
	220	34,079...34,353
ТНВС8-127/220-50М	127	19,701...19,859
	220	34,116...34,39
ТНВС9-127/220-50М	127	19,549...19,707
	220	33,891...34,163
ТНВС10-127/220-50М	127	19,549...19,707
	220	33,891...34,163
ТНВС11-127/220-50М	127	19,607...19,765
	220	33,987...34,259
ТНВС12-127/220-50М	127	19,583...19,731
	220	33,939...34,211
ТНВС13-127/220-50М	127	19,578...19,736
	220	33,831...34,144
ТНВС14-127/220-50М	127	19,578...19,736
	220	33,871...34,144
ТНВС15-127/220-50М	127	19,578...19,736
	220	33,871...34,144
ТНВС16-127/220-50М	127	19,531...19,677
	220	33,842...34,114
ТНВС17-127/220-50М	127	19,577...19,733
	220	33,919...34,191
ТНВС18-127/220-50М	127	19,645...19,803
	220	33,919...34,191

5.4. Трансформаторы с уменьшенным расходом меди анодно-накальные типа ТАН

Анодно-накальные трансформаторы броневой и стержневой конструкции на напряжение сети питания 127 и 220 В малой мощности предназначены для питания анодно-накальных цепей радиоэлектронной аппаратуры бытового и промышленного назначения. Частота сети питания 50 Гц. Изготавливают трансформаторы с учетом воздействия климатических, механических, биологических и других видов и факторов воздействия внешней среды. В зависимости от климатических требований, и в частности от требований по влагостойкости, изготавливают две группы трансформаторов: группа I – с влагостойким покрытием напылением или с заливкой в форму; группа II – с эмалевым покрытием. Группа I трансформаторов имеет в обозначении индексы Н или Т, группа II в обозначении индексов не имеет.

Промышленностью изготавливаются трансформаторы пяти конструктивных исполнений 132 типономиналов с обмотками из круглого провода и медной ленты. Уменьшенный расход меди обеспечивается конструкциями магнитопроводов типов ШЛм и ПЛм, основные электромагнитные параметры которых рассмотрены в первой главе справочника.

Трансформаторам типа ТАН с уменьшенным расходом меди присвоено сокращенное обозначение ТАН, где буква Т обозначает слово "трансформатор", буква А – анодный, буква Н – накальный. При заказе трансформаторов и при разработке конструкторской документации применяется полное условное обозначение, которое состоит из слова "трансформатор", сокращенного обозначения его типа, условного порядкового номера разработки, номинального напряжения и частоты сети питания, вида климатического исполнения, индекса М, обозначения стандарта или ТУ. Пример условного обозначения анодно-накального трансформатора группы I (с покрытием напылением) с порядковым номером 55, напряжением сети питания 127 или 220 В с частотой 50 Гц, с уменьшенным расходом меди: трансформатор ТАН55-127/220-50МН.

Конструкция и размеры. Габаритные и установочные размеры анодно-накальных однофазных трансформаторов питания типа ТАН с уменьшенным расходом меди броневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты группы I исполнения показаны на рис. 3.13. Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов группы I стержневой конструкции, залитой в форму, с обмотками из круглого провода показаны на рис. 3.2. Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов стержневой конструкции группы I с обмотками из круглого провода и медной ленты показаны на рис. 3.3. Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов анодно-накальных группы II броневой конструкции с обмотками из круглого провода показаны на рис. 3.4 и 3.5. Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов группы II стержневой конструкции с обмотками из круглого провода и медной ленты показаны на рис. 3.6.

Конструктивные размеры и масса анодно-накальных трансформаторов с уменьшенным расходом меди приведены в табл. 5.26. Габаритные и установочные размеры

Т а б л и ц а 5.26. **Конструктивные размеры анодно-накальных трансформаторов с уменьшенным расходом меди типа ТАН с частотой сети питания 50 Гц**

Типоразмер магнитопровода	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	B, мм	H, мм	L, мм	A_2, мм	d, мм	h, мм	Масса, г не более
ШЛм20×32		46	46	75	75	74	–	М4	7,5	1100
ШЛм25×25	3.1	46	58	74	92	88	–	М5	10	1550
ШЛм25×40		60		89						2700
ПЛм22×32-46		81	50	78	99	108	68	5,5	8	2000
ПЛм22×32-58		93				120				2800
ПЛм27×40-36		77	60	88	137	110	110	6,5	9	4100
ПЛм27×40-46		87				120				4300
ПЛм27×40-73	3.2	114				147				5000
ПЛм22×32-58		93	50	104	99	120	68	5,5	8	2800
ПЛм27×40-36		77	60	110	137	110	110	6,5	9	4100
ПЛм27×40-36		87				120				4300
ПЛм22×32-46		81	50	71	113	106	68	5,5	5,5	2300
ПЛм22×32-58		93	50	71	113	118	68	5,5	8	2550
ПЛм27×40-36	3.3	77	60	81	137	107	85	6,5	9	3500
ПЛм27×40-46		87				117				3800
ПЛм27×40-73		114				143				4600
ШЛм20×32	3.4	46	46	69	72	68	–	М4	6,5	1000
ШЛм25×25	3.5	46	58	68	88	82	–	5,5	–	1400
ШЛм25×40		60		83						2100
ПЛм22×32-46		81	50	67	91	106	68	5,5	8	1700
ПЛм22×32-58		93				118				2150
ПЛм27×40-36	3.6	77	60	81	113	107	85	6,5	9	2900
ПЛм27×40-46		87				117				3400
ПЛм27×40-73		114				143				4400

трансформаторов зависят от применяемого магнитопровода, габаритной мощности, напряжения сети питания и группы исполнения.

Перечень магнитопроводов броневой и стержневой конструкции, применяемых в анодно-накальных трансформаторах с уменьшенным расходом меди, приведен в табл. 5.27.

Конструкция трансформаторов типа ТАН и технология их изготовления обеспечивают сохранение основных электромагнитных параметров в процессе эксплуатации при воздействии предельных значений механических и климатических факторов. Трансформаторы выдерживают без обрывов в обмотках и других повреждений, а также без появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур в пределах −60...135 °С. Предельные значения климатических и механических нагрузок даны в условиях эксплуатации трансформаторов типа ТАН.

Конструкция трансформаторов разработана для монтажа на металлическом шасси аппаратуры или на печат-

Т а б л и ц а 5.27. **Перечень магнитопроводов, применяемых в анодно-накальных трансформаторах типа ТАН с уменьшенным расходом меди**

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода
ТАН1-127/220-50М – ТАН12-127/220-50М	ШЛм20×32
ТАН13-127/220-50М – ТАН26-127/220-50М	ШЛм25×25
ТАН41-127/220-50М – ТАН54-127/220-50М	ШЛм25×40
ТАН55-127/220-50М – ТАН68-127/220-50М	ПЛм22×32-46
ТАН69-127/220-50М – ТАН82-127/220-50М	ПЛм22×32-58
ТАН104-127/220-50М – ТАН117-127/220-50М	ПЛм27×40-36
ТАН118-127/220-50М – ТАН124-127/220-50М	ПЛм27×40-46
ТАН126-127/220-50М – ТАН132-127/220-50М	ПЛм27×40-73
ТАН155-127/220-50М – ТАН68-127/220-50М	ПЛм22×32-46
ТАН69-127/220-50М – ТАН82-127/220-50М	ПЛм22×32-58
ТАН104-127/220-50М – ТАН117-127/220-50М	ПЛм27×40-36
ТАН118-127/220-50М – ТАН124-127/220-50М	ПЛм27×40-46
ТАН126-127/220-50М – ТАН132-127/220-50М	ПЛм27×40-73

ных платах со смешанным монтажом и креплением винтами. Перед установкой трансформаторов в аппаратуру основание корпуса трансформатора, его участки, не имеющие покрытия напылением, места пайки у лепестков после монтажа, а также неопаянные части лепестков и незадействованные лепестки покрывают лаком марки УР-231, резьбу втулок под крепежные винты перед установкой в аппаратуру смазывают тропикоустойчивой смазкой. При пайке внешнего монтажа не должно быть затекания флюса и припоя на защитное покрытие. Длительность пайки не превышает 5 с при мощности паяльника не более 8В·А. К одному контактному лепестку подпаивают не более двух проводов, в том числе выводов подвесных деталей. Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и нарушение изоляционного покрытия около лепестка в результате пайки не допускается. Монтажные провода перед пайкой на лепестки должны быть механически закреплены. Пайки встык и внахлест не применяют.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды	−60...+85 °C
Повышенная температура:	
рабочая	85 °C
предельная	60 °C
при перегреве обмоток	55 °C
Пониженная температура:	
рабочая	−60 °C
предельная	−60 °C
транспортирования	−60 °C
Смена температур (циклическое многократное воздействие):	
для трансформаторов группы I	−60...+135 °C
для трансформаторов группы II	−60...+100 °C
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °C	98 %
Атмосферное давление воздуха или другого неагрессивного газа:	
пониженное	53,3 кПа (400 мм рт. ст.)
повышенное	107 кПа (800 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...1000 Гц с ускорением, не более	7,5 g (73,5 м/с²)
Многократные удары длительностью 1...2 мс с ускорением, не более	500 g (4905 м/с²)
Одиночные удары длительностью 1...2 мс с ускорением, не более	500 g (4905 м/с²)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	25 g (245 м/с²)
Морской туман и плесневые грибы	Для трансформаторов группы I (Н, Т). Работоспособность сохраняется
Минимальное значение вероятности безотказной работы в течение 1000 ч при достоверности 0,9	0,99
Долговечность трансформаторов типа ТАН с уменьшенным расходом меди в режиме номинальной нагрузки, не менее	10 000 ч
Гарантийный срок хранения при температуре 5...25 °C и относительной влажности до 80 %	12 лет

Основные параметры. Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов с уменьшенным расходом меди броневой конструкции в режиме номинальной нагрузки приведены в табл. 5.28. Основные технические характеристики трансформаторов броневой конструкции в режиме холостого хода приведены в табл. 5.29. Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов типа ТАН с уменьшенным расходом меди стержневой конструкции в режиме номинальной нагрузки приведены в табл. 5.30. Основные технические характеристики трансформаторов стержневой конструкции в режиме холостого хода приведены в табл. 5.31. В таблицах основных параметров некоторые параметры приведены в виде дроби: в числителе даны значения при подключении к сети переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 127 В; в знаменателе – при подключении к сети 220 В.

Максимальное (испытательное) напряжение между обмотками и между корпусом и каждой обмоткой в нормальных условиях приведено в табл. 5.1. Максимальные отклонения напряжений вторичных обмоток трансформаторов типа ТАН, измеренные в режиме номинальной нагрузки при нормальных климатических условиях, составляют ± 5 % для основных и ± 10 % для компенсационных обмоток. Максимальные отклонения напряжений вторичных обмоток, измеренные в условиях повышенной (85 °C) или пониженной (−60 °C) температур, составляют −6...−9 % для основных и −13...−23 % для компенсационных обмоток. Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и корпусом трансформатора в нормальных условиях эксплуатации составляет 1000 МОм. Сопротивление изоляции трансформаторов при повышенной температуре (85 °C) не менее 50 МОм. При воздействии в течение 10 суток повышенной влажности окружающей среды (до 98 %) при температуре 40 °C сопротивление изоляции для трансформаторов группы I составляет 50 МОм и выше, для трансформаторов группы II – 20 МОм и выше.

Напряжения на отводах первичной обмотки трансформаторов и варианты соединения выводов приведены в табл. 5.32.

Таблица 5.28. **Электрические параметры трансформаторов броневой конструкции типа ТАН с уменьшенным расходом меди в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В: II, II′	III, III′	IVк, Vк	VI, VII	Ток вторичных обмоток, А: II, II′	III, III′	IVк, Vк	VI, VII
ТАН1-127/220-50М			28	28	6,3		0,197	0,14	0,197	
ТАН2-127/220-50М			56	40	16		0,09	0,11	0,11	
ТАН3-127/220-50М				56	12,6		0,085	0,085	0,085	
ТАН4-127/220-50М				80	20		0,06	0,06	0,06	
ТАН5-127/220-50М	33	0,39/0,23	80	56	24	5/6,3	0,08		0,08	0,89
ТАН6-127/220-50М			125		13		0,035	0,05		
ТАН7-127/220-50М			180	112			0,02		0,05	
ТАН8-127/220-50М			160	140	20		0,033	0,033	0,033	
ТАН9-127/220-50М			315	125	25		0,3	0,024	0,3	
ТАН10-127/220-50М			200	180	20		0,026	0,026	0,026	
ТАН11-127/220-50М			250	224	26		0,021	0,021	0,021	
ТАН12-127/220-50М			224	125	25		0,028	0,028	0,028	
ТАН13-127/220-50М			28	28	6,3		0,3	0,024	0,3	
ТАН14-127/220-50М				40	16		0,16	0,16	0,16	
ТАН15-127/220-50М			56		12,6		0,14	0,14	0,14	
ТАН16-127/220-50М				56	24		0,095	0,14	0,14	
ТАН17-127/220-50М			80	80	20		0,11	0,075	0,11	
ТАН18-127/220-50М			125	112	13		0,084	0,05	0,084	
ТАН19-127/220-50М			180	112			0,084	0,05	0,084	
ТАН20-127/220-50М	54	0,56/0,32	160	140	20	5/6,3	0,053	0,053	0,053	1,59
ТАН21-127/220-50М			200	180			0,0425	0,0425	0,042	
ТАН22-127/220-50М			224					0,06	0,06	
ТАН23-127/220-50М			315	125	25		0,036	0,036	0,036	
ТАН24-127/220-50М			250	224	26		0,034	0,034	0,034	
ТАН25-127/220-50М			315	280	35		0,027	0,027	0,027	
ТАН26-127/220-50М			355	200	25		0,029	0,029	0,029	
ТАН41-127/220-50М			28	28	6,3		0,54	0,42	0,54	
ТАН42-127/220-50М				40	16		0,276	0,276	0,276	
ТАН43-127/220-50М			56		12,6		0,3	0,17	0,3	
ТАН44-127/220-50М				56	24		0,195	0,195	0,195	
ТАН45-127/220-50М			80	80	20		0,197	0,128	0,197	
ТАН46-127/220-50М			125		13		0,12	0,12	0,12	1,59
ТАН47-127/220-50М			180	112			0,097	0,097	0,097	
ТАН48-127/220-50М	78	0,81/0,47	160	140	20	5/6,3	0,094	0,094	0,094	
ТАН49-127/220-50М			224	125	25		0,081	0,081	0,081	
ТАН50-127/220-50М			200	180	20		0,075	0,075	0,075	
ТАН51-127/220-50М			250	224	26		0,06	0,06	0,06	
ТАН52-127/220-50М				125	25		0,05	0,09	0,09	
ТАН53-127/220-50М			315	280	35		0,048	0,048	0,048	
ТАН54-127/220-50М			355	200	25		0,044	0,06	0,06	

Таблица 5.29. **Электрические характеристики анодно-накальных трансформаторов с уменьшенным расходом меди в режиме холостого хода**

Типономинал трансформаторов	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В							
		II	II′	III	III′	IVк	Vк	VI	VII
ТАН1-127/220-50М	0,31/0,17	30,6	30,6	31	31	6,9	6,9	5,47/6,95	5,47/6,95
ТАН2-127/220-50М		63	63	44,5	44,6	17,7	17,7	5,55/7,03	5,55/7,04
ТАН3-127/220-50М		62,3	62,3	62,5	62,6	14,05	14,1	5,55/7,04	5,55/7,05
ТАН4-127/220-50М		85	86,6	88	88,4	22,1	22,1	5,47/6,96	5,47/6,97
ТАН5-127/220-50М		88,5	86,6	62	62,2	22,6	22,6	5,47/6,95	5,48/6,96
ТАН6-127/220-50М		138	138,5	124	124,5	14,4	14,4	5,55/7,03	5,55/7,04
ТАН7-127/220-50М	0,36/0,2	204	204,2	126	126,5	22,5	22,6	5,65/7,01	5,65/7,15
ТАН8-127/220-50М		181	181,5	159	159,5	22,4	22,9	5,65/7,14	5,65/7,15
ТАН9-127/220-50М		360	363	143	144	28,8	28,9	5,75/7,22	5,75/7,24
ТАН10-127/220-50М		226	227	204	205	22,6	22,7	5,65/7,16	5,65/7,16
ТАН11-127/220-50М		284	285	256	257	29,8	29,9	5,75/7,22	5,75/7,26
ТАН12-127/220-50М		256	252	140,5	141	28	28,2	5,65/7,1	5,65/7,12
ТАН13-127/220-50М	0,36/0,21	31,1	31,2	31,2	31,3	6,68	7,02	5,5/6,9	5,5/7
ТАН14-127/220-50М		62	62,6	44,7	44,9	17,8	18	5,7/7,15	5,7/7,15
ТАН15-127/220-50М		62,6	62,7	63	63,3	14,25	14,5	5,5/6,9	5,5/7
ТАН16-127/220-50М		89,6	89,9	62,8	63	27,2	27,2	5,7/7,15	5,7/7,15
ТАН17-127/220-50М		89,2	89,5	90,5	90,5	22,5	22,5	5,5/6,9	5,5/7
ТАН18-127/220-50М		139,9	140,5	125,5	126	14,7	14,7	5,7/7,15	5,7/7,15
ТАН19-127/220-50М		202	203	129	129	22,5	22,5		
ТАН20-127/220-50М		177	178	156	156,5	22,4		5,6/7,06	5,7/7,08
ТАН21-127/220-50М		225	226	204	204	22,7	22,7	5,7/7,15	5,7/7,15
ТАН22-127/220-50М		249	250	139	140	28,2	28,2		
ТАН23-127/220-50М		351	352	140	140,2	28	28,1	5,65/7,1	5,65/7,12
ТАН24-127/220-50М		282	286	255	256,5	29,7	29,7	5,7/7,15	5,7/7,15
ТАН25-127/220-50М		353	354	316	317	39,4	39,4		
ТАН26-127/220-50М		400	400	227	227	28,3	28,3		
ТАН41-127/220-50М	0,53/0,28	30	30	30,1	30,1	6,78	6,78	5,4/6,8	5,4/6,8
ТАН42-127/220-50М		59,8	59,9	42,7	42,8	17,2	17,3		
ТАН43-127/220-50М				59,7	59,9	13,5	13,5		
ТАН44-127/220-50М		86	86	60	60,4	25,9	26		
ТАН45-127/220-50М		85,9	86	86,1	86,2	21,5	21,5		
ТАН46-127/220-50М		134	134	120	120,5	14	14		
ТАН47-127/220-50М		193	194	140	120,5	21,6	21,6		
ТАН48-127/220-50М		172	172,5	150	150,5	21,5	21,6		
ТАН49-127/220-50М		239	240	134	134,5	26,8	26,9		
ТАН50-127/220-50М		214	215	241	194	21,5	21,5		
ТАН51-127/220-50М		269	270	193	242	28,1	28,1		
ТАН52-127/220-50М		337	338	134	134,5	26,9	26,9		
ТАН53-127/220-50М		335	337	300	301	37,6	37,6		
ТАН54-127/220-50М		380	381	215	215	27	27		

Таблица 5.30. **Электрические параметры анодно-накальных трансформаторов стержневой конструкции с уменьшенным расходом меди в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Мощ-ность, В·А	Ток пер-вичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А	
			II, II′	III, III′	IVк, Vк	VI, VII	II, II′, III, III′, IVк, Vк	VI,
ТАН55-127/220-50М			28	28	6		0,6	
ТАН56-127/220-50М			56	40	16		0,325	
ТАН57-127/220-50М				56	12,5		0,3	
ТАН58-127/220-50М			80		24		0,23	
ТАН59-127/220-50М				80	20		0,2	
ТАН60-127/220-50М			125	112	13		0,14	
ТАН61-127/220-50М	100	1/0,58	180		20		0,11	2,38
ТАН62-127/220-50М			160	140				
ТАН63-127/220-50М			224	125	25		0,094	
ТАН64-127/220-50М			200	180	20		0,0875	
ТАН65-127/220-50М			250	224	26	5/6,3	0,07	
ТАН66-127/220-50М			315	125	25		0,073	
ТАН67-127/220-50М				280	35		0,055	
ТАН68-127/220-50М			355	200	25		0,06	
ТАН69-127/220-50М			28	28	6,3		0,69	
ТАН70-127/220-50М			56	40	16		0,4	
ТАН71-127/220-50М				56	12,6		0,35	
ТАН72-127/220-50М			80		24		0,28	
ТАН73-127/220-50М				80	20		0,24	
ТАН74-127/220-50М			125	112	13		0,17	2,8
ТАН75-127/220-50М			180		20		0,14	
ТАН76-127/220-50М	122	1,15/0,65	160	140			0,135	
ТАН77-127/220-50М			224	125	25		0,114	
ТАН78-127/220-50М			200	180	20		0,11	
ТАН79-127/220-50М			250	224	26		0,087	
ТАН80-127/220-50М			315	125	25		0,091	
ТАН81-127/220-50М			315	280	35		0,069	
ТАН82-127/220-50М			335	200	25		0,072	
ТАН104-127/220-50М			28	28	6,3		0,9	
ТАН105-127/220-50М			56	40	16		0,51	
ТАН106-127/220-50М				56	12,6		0,35	
ТАН107-127/220-50М			80		24		0,44	
ТАН108-127/220-50М				80	20		0,305	

Типономинал трансформатора	Мощность, В·А	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В: II, II′	III, III′	IVк, Vк	VI, VII	Ток вторичных обмоток, А: II, II′, III, III′, IVк, Vк	VI,
ТАН109-127/220-50М	153	1,45/0,83	125	112	13		0,22	3,3
ТАН112-127/220-50М			224	125	25		0,148	
ТАН113-127/220-50М			200	180	20	5/6,3	0,137	
ТАН114-127/220-50М			250	224	26		0,112	
ТАН115-127/220-50М			315	125	25		0,116	
ТАН116-127/220-50М				280	35		0,087	
ТАН117-127/220-50М			355	200	25		0,083	
ТАН118-127/220-50М			125	112	13		0,27	
ТАН119-127/220-50М			180		20		0,216	
ТАН120-127/220-50М			160	140			0,21	
ТАН121-127/220-50М			224	125	25		0,18	
ТАН122-127/220-50М			200	180	20		0,21	
ТАН123-127/220-50М	190	1,74/1	250	224	26		0,135	4,35
ТАН124-127/220-50М			315	125	25		0,142	
ТАН126-127/220-50М			180	112	20		0,33	
ТАН127-127/220-50М			160	140			0,32	
ТАН128-127/220-50М			224	125	25	5/6,3	0,27	
ТАН129-127/220-50М	270	2,54/1,47	200	180	20		0,26	5
ТАН130-127/220-50М			315	280	35		0,164	
ТАН131-127/220-50М			250	224	25		0,2	
ТАН132-127/220-50М			315	125			0,22	

Т а б л и ц а 5.31. **Электрические параметры анодно-накальных трансформаторов с уменьшенным расходом меди стержневой конструкции в режиме холостого хода**

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В: II, II′	III, III′	IVк, Vк	VI, VII
ТАН55-127/220-50М		31,3	31	6,75	
ТАН56-127/220-50М		62	44,5	17,9	
ТАН57-127/220-50М		62,5	63	14,2	
ТАН58-127/220-50М		90,5	63,5	27,4	
ТАН59-127/220-50М		90	90,2	22,5	
ТАН60-127/220-50М		140,2	126,2	14,8	
ТАН61-127/220-50М		203	126	22,6	
ТАН62-127/220-50М	0,33/0,58	181	159	22,7	5,64/7,15
ТАН63-127/220-50М		253-	142	28,4	
ТАН64-127/220-50М		227	204	22,8	
ТАН65-127/220-50М		282	254	29,4	
ТАН66-127/220-50М		356	142	28,4	
ТАН67-127/220-50М			318	39,9	
ТАН68-127/220-50М		400	226	28,4	
ТАН69-127/220-50М		31,1	31,2	7,03	5,65/7,09
ТАН70-127/220-50М		61,8	44,2	17,7	5,65/7,1
ТАН71-127/220-50М		62,3	62,4	14	5,65/7,06
ТАН72-127/220-50М		90	63	27,1	5,65/7,16

Окончание табл. 5.31

Типономинал трансформатора	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В			
		II, II′	III, III′	IVк, Vк	VI, VII
ТАН73-127/220-50М	0,32/0,18	90,6	90,7	22,7	5,65/7,14
ТАН74-127/220-50М		139,6	125	14,6	5,65/7,09
ТАН75-127/220-50М		203	127	22,7	5,65/7,2
ТАН76-127/220-50М		179,2	158	22,6	5,65/7,2
ТАН77-127/220-50М		252,2	142	28,3	5,65/7,14
ТАН78-127/220-50М		224,5	202,2	22,5	
ТАН79-127/220-50М		281	253	29,4	5,65/7,2
ТАН80-127/220-50М		355	141,5	28,3	5,65/7,16
ТАН81-127/220-50М		354	316	39,6	5,65/7,14
ТАН82-127/220-50М		401	226,5	28,4	
ТАН104-127/220-50М	0,44/0,26	30,78	30,9	6,95	5,65/6,94
ТАН105-127/220-50М		61,4	44	17,6	5,5/6,95
ТАН106-127/220-50М			61,6	13,9	5,5/7
ТАН107-127/220-50М		87,8		26,5	5,5/6,98
ТАН108-127/220-50М			88,1	22,2	5,5/7
ТАН109-127/220-50М		138	124	14,4	
ТАН112-127/220-50М		248	138,5	27,5	5,5/6,95
ТАН113-127/220-50М		222	200	22,3	
ТАН114-127/220-50М		275,5	248	28,8	5,5/7
ТАН115-127/220-50М		348	138,3	27,7	
ТАН116-127/220-50М		350	309	38,7	5,5/7,05
ТАН117-127/220-50М		392,5	221,5	22,7	5,5/7
ТАН118-127/220-50М	0,52/0,3	138	124	14,5	5,5/7
ТАН119-127/220-50М		194		22	
ТАН120-127/220-50М		176	155	22,1	
ТАН121-127/220-50М		248	139	27,8	
ТАН122-127/220-50М		221	199	22,2	
ТАН123-127/220-50М		276	248	27,8	
ТАН124-127/220-50М		346	138	27,5	
ТАН126-127/220-50М	0,57/0,33	196	122	21,8	5,5/6,9
ТАН127-127/220-50М		175	153,5	21,9	
ТАН128-127/220-50М		245	137,5	27,5	
ТАН129-127/220-50М		218	194	22	
ТАН130-127/220-50М		345	307	38,5	
ТАН131-127/220-50М		275	246	25	
ТАН132-127/220-50М		344	137	27,4	

Таблица 5.32. **Напряжения на отводах трансформаторов типа ТАН с уменьшенным расходом меди**

Напряжение, В	Броневая конструкция		Стержневая конструкция	
	Варианты соединений выводов	Номера выводов, на которые подается напряжение сети	Варианты соединений выводов	Номера выводов, на которые подается напряжение сети
127	1–4;	1–3 или 4–6	1–6;	1–3 или 6–4
220	2–4	1–5	2–5	1–4

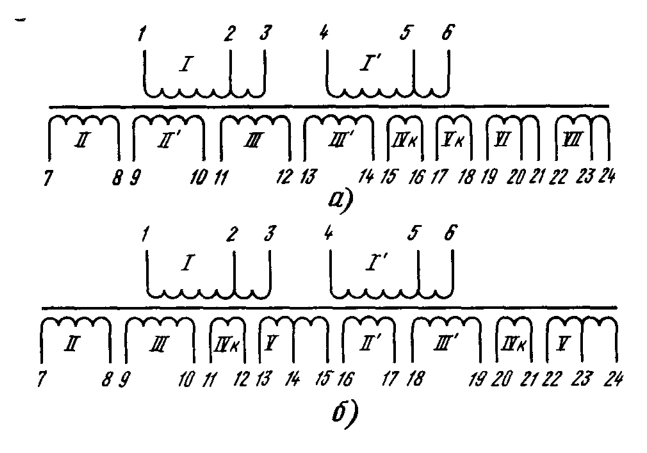


Рис. 5.5. Принципиальные электрические схемы унифицированных трансформаторов типа ТАН с уменьшенным расходом меди броневой (*а*) и стержневой (*б*) конструкций

Принципиальные электрические схемы анодно-накальных трансформаторов с уменьшенным расходом меди броневой и стержневой конструкций показаны на рис. 5.5.

5.5. Трансформаторы питания с уменьшенным расходом меди типа Т

Низковольтные однофазные трансформаторы питания с уменьшенным расходом меди типа Т предназначены для питания бытовой РЭА и АСС, в том числе малогабаритных электронно-клавишных машин (ЭКВМ), работающих от сети переменного тока напряжением 127 и 220 В с частотой 50 Гц. Первичные и вторичные обмотки трансформаторов имеют от одного до четырех отводов, параллельное или последовательное соединение которых позволяет получать всевозможные сочетания токов и напряжений для питания узлов и блоков аппаратуры различного функционального назначения. Они охватывают широкий диапазон напряжений (0,85...220 В) и токов (0,035...2,12 А) при мощности 1...210 В·А.

Изготавливают трансформаторы с учетом воздействия различных климатических и механических факторов. Вид климатического исполнения – УХЛ категории 4.2. В общем виде характеристики климатических исполнений и категорий жесткости рассмотрены в первой главе справочника. В зависимости от места размещения трансформаторов в аппаратуре, работающей в воздушной среде на высотах до 4300 м, трансформаторы изготавливают также с учетом категорий размещения, указанных в табл. 1.45.

Промышленностью изготавливаются трансформаторы типа Т с уменьшенным расходом меди только на броневых магнитопроводах с обмотками из круглого провода. Уменьшенный расход обмоточного провода обеспечивается конструктивными и эффективными размерами магнитопроводов типов Ш1 и и ШЛм. Технические характеристики магнитопроводов рассмотрены в первой главе справочника.

Всего изготавливают семь конструктивных исполнений и 19 типономиналов трансформаторов открытого типа для установки и монтажа на металлических шасси и на печатных платах. Применяют как объемный, так и печатный монтаж.

Трансформаторам питания типа Т с уменьшенным расходом меди присвоено сокращенное обозначение буквой Т. При заказе и в конструкторской документации при разработке аппаратуры применяется полное условное обозначение трансформаторов, которое состоит из слова "трансформатор", сокращенного обозначения его типа, условного номера типономинала, номинального напряжения и частоты сети питания, вида климатического исполнения, обозначения стандарта или ТУ. Пример условного обозначения трансформатора с уменьшенным расходом меди, порядковым номером 5, номинальным напряжением сети 220 В с частотой 50 Гц: трансформатор Т5-220-50.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типономиналов Т1-220-50 и Т2-220-50 броневой конструкции с уменьшенным расходом меди приведены на рис. 3.5. Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформатора Т3-220-50 показаны на рис. 3.4. Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов питания Т4-220-50, Т5-127/220-50 И Т6-220-50 показаны на рис. 5.6. Общий вид, габаритные и установочные размеры остальных трансформаторов типа Т с уменьшенным расходом меди показаны на рис. 5.7 – рис. 5.12.

Основные конструктивные размеры и масса трансформаторов типа Т с уменьшенным расходом меди приведены в табл. 5.33. Габаритные и установочные размеры трансформаторов зависят от применяемого магнитопровода, габаритной мощности, напряжения сети питания и климатического исполнения. Перечень магнитопроводов, применяемых в трансформаторах питания типа Т с уменьшенным расходом меди, приведен в табл. 5.34. Уменьшенный расход медных обмоточных проводов круглого сечения обеспечивается конструктивными и эффективными размерами магнитопроводов, технические характеристики которых рассмотрены в первой главе справочника.

Конструкции трансформаторов типа Т обеспечивают сохранение электромагнитных параметров в процессе эксплуатации при воздействии рабочих значений климатических и механических факторов. Трансформаторы выдерживают без обрывов в обмотках и других повреждений, а также без появления следов коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур в пределах −60...+55 °С. Предельные значения климатических и механических нагрузок даны для реальных условий эксплуатации трансформаторов.

Конструкция трансформаторов обеспечивает установку и монтаж трансформаторов на металлических шасси аппаратуры и на печатных платах. Крепление трансформаторов осуществляется винтами (трансформаторы Т1–Т6) или скобами специальной конструкции. Перед установкой

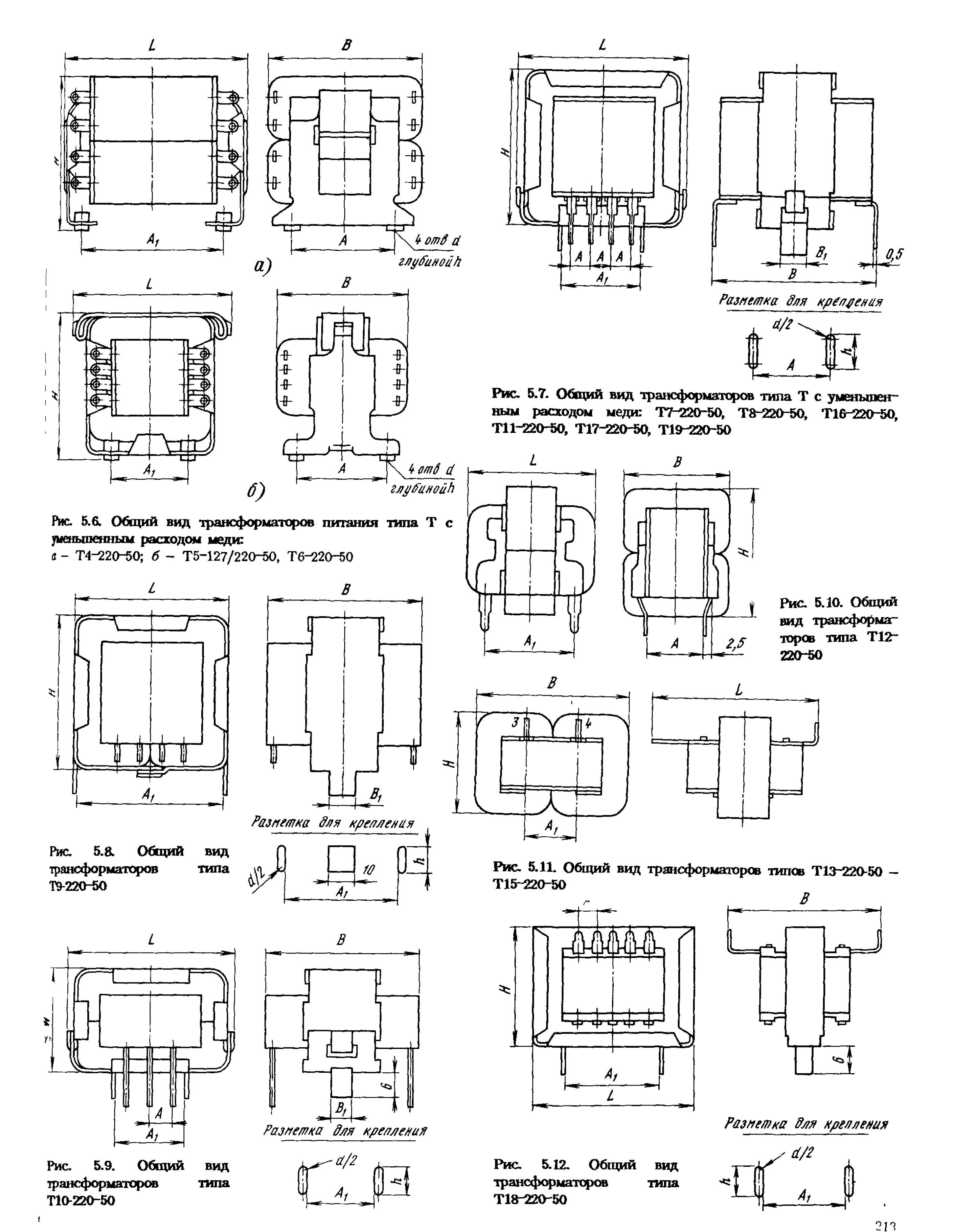


Рис. 5.6. Общий вид трансформаторов питания типа Т с уменьшенным расходом меди:
а – Т4-220-50; б – Т5-127/220-50, Т6-220-50

Рис. 5.7. Общий вид трансформаторов типа Т с уменьшенным расходом меди: Т7-220-50, Т8-220-50, Т16-220-50, Т11-220-50, Т17-220-50, Т19-220-50

Рис. 5.8. Общий вид трансформаторов типа Т9-220-50

Рис. 5.9. Общий вид трансформаторов типа Т10-220-50

Рис. 5.10. Общий вид трансформаторов типа Т12-220-50

Рис. 5.11. Общий вид трансформаторов типов Т13-220-50 – Т15-220-50

Рис. 5.12. Общий вид трансформаторов типа Т18-220-50

Таблица 5.33. **Конструктивные размеры трансформаторов типа Т с уменьшенным расходом меди**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	B, мм	H, мм	L, мм	B_1, мм	d, мм	h, мм	Масса, г, не более
Т1-220-50	3.5	46	58	71	88	82	–	5,5	–	1400
Т2-220-50				65						1360
Т3-220-50	3.4	48	46	87	72	88	–	М4	7,5	950
Т4-220-50	5.6, *а*	35	58	52	62	77	–	М3	5,5	750
Т5-127/220-50	5.6, *б*	34	25	46	37	37	–	М2,5	5	210
Т6-220-50	5.6, *б*	34	25	48	38	38	–	М2,5	5	220
Т7-220-50	5.7	5	23	39,25	37,2	41,6	7	1	8,5	180
Т8-220-50	5.7	15	23	39,25	37,2	41,6	7	1	8,5	180
Т9-220-50	5.8	5	34,2	39,5	29	34,2	9	–	10	185
Т10-220-50	5.9	10	27,5	48	33	43,5	7	1,5	9	220
Т11-220-50	5.7	5	24,2	39,2	37,2	41,6	7	1	8,5	180
Т12-220-50	5.10	12	17,5	30,5	40	28,5	–	–	–	110
Т13-220-50	5.11									
Т14-220-50	5.11	10	20	42	30,5	46	–	–	1,15	110
Т15-220-50	5.11									
Т16-220-50	5.7	5	25,5	44	37,9	45	7	1	8,5	280
Т17-220-50	5.7	5	25,5	44	37,9	45	7	1	8,5	280
Т18-220-50	5.12	20	27,5	38	33	40	7	1	9	185
Т19-220-50	5.7	5	23	39,2	37,2	41,6	7	1	8,5	180

Таблица 5.34. **Перечень магнитопроводов, применяемых в низковольтных трансформаторах типа Т, с уменьшенным расходом меди**

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода
Т1-220-50	ШЛм25×25	Т11-220-50	ШЛм10×20
Т2-220-50	ШЛм25×25	Т12-220-50	ШЛм12×12,5
Т3-220-50	ШЛм20×32	Т13-220-50	ШЛм12×12,5
Т4-220-50	ШЛм25×25	Т14-220-50	ШЛм12×12,5
Т5-127/220-50	ШЛм10×25	Т15-220-50	ШЛм12×12,5
Т6-220-50	ШЛм10×25	Т16-220-50	ШЛм12×25
Т7-220-50	ШЛм10×20	Т17-220-50	ШЛм12×25
Т8-220-50	ШЛм10×20	Т18-220-50	Ш1-126×18
Т9-220-50	ШЛм10×25	Т19-220-50	ШЛм10×20
Т10-220-50	ШЛм10×25		

трансформаторов в аппаратуру основание и корпус трансформатора, его участки, не имеющие специального покрытия, места пайки у лепестков после монтажа, а также неопаянные части лепестков и незадействованные лепестки покрывают лаком марки УР231, резьбу втулок под крепежные винты перед установкой в аппаратуру смазывают тропикоустойчивой смазкой. К одному контактному лепестку подпаивается не более двух проводов, в том числе выводов подвесных электрорадиоэлементов (ЭРЭ). Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и нарушение изоляции покрытия приводит к ухудшению конструкции и параметров трансформаторов. Монтажные провода перед пайкой закрепляют механически на расстоянии не менее 30 мм. Пайку встык и внахлест не применяют.

Конструкция трансформатора типа Т4-220-50 состоит из двух катушек и одной половины Ш-образного магнитопровода и по принятой классификации относится к стержневым трансформаторам.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды . . .	−60...+55 °С
Повышенная температура:	
рабочая	55 °С
предельная с учетом перегрева обмоток	70 °С
Пониженная температура:	
рабочая	−40 °С
предельная	−60 °С
транспортирования	−60 °С
Смена температур (циклическое многократное воздействие):	
для трансформаторов Т1—Т6	−60...+70 °С
для остальных трансформаторов Т	−60...+55 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С	80 %
Атмосферное давление воздуха или давление другого неагрессивного газа:	
пониженное	53,3 кПа (400 мм рт. ст.)
повышенное	105,3 кПа (790 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 1...55 Гц с ускорением, не более	1 g (9,81 м/с^2)
Многократные удары длительностью ударов 1...3 мс с ускорением, не более	15 g (147 м/с^2)
Одиночные удары длительностью ударов 1...2 мс с ускорением, не более	500 g (4905 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	10 g (98,1 м/с^2)
Минимальное значение вероятности безотказной работы в течение наработки 20 000 ч при достоверности 0,8...	0,6

95 %-ный срок сохраняемости трансформаторов . . . . 6 лет
Гарантийный срок эксплуатации с наработкой 5000 ч . . . . 1 год
Гарантийный срок хранения при температуре 5...25 °C и относительной влажности 80 % в упаковке . . . . 1 год

Основные параметры. Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов типа Т с уменьшенным расходом меди броневой конструкции в режиме номинальной нагрузки и холостого хода приведены в табл. 5.35. Напряжения вторичных обмоток трансформаторов, измеренные в режиме номинальной нагрузки, соответствуют значениям, указанным в табл. 5.35, с допуском ±3 % для трансформаторов типономиналов Т1—Т4; 3...5 % для трансформаторов Т5—Т6 и 5 % для остальных типономиналов трансформаторов.

При воздействии на трансформаторы повышенной температуры (70 °C) и повышенной влажности 80 % при температуре 25 °C в течение двух суток сопротивление изоляции не превышает значений, указанных в табл. 5.36.

Асимметрия по напряжению обмоток со средним выводом не превышает ±1 % у трансформаторов типономиналов Т1—Т4; ±2 % у трансформаторов Т10, Т18; ±3 % у трансформаторов Т19.

Межвитковая и межслоевая изоляции трансформаторов выдерживают без пробоя и поверхностного перекрытия напряжение, в 2,5 раза превышающее рабочее напряжение с частотой не менее 150 Гц.

Уровень акустического шума трансформаторов в режиме холостого хода при номинальном напряжении сети переменного тока, измеренный с уровнем акустического шума помех не более 25 дБ относительно уровня 10^{-12} Вт/м^2, не превышает 38 дБ на расстоянии 0,25 м от трансформатора.

Перегрев обмоток трансформаторов в режиме номинальной нагрузки при номинальном напряжении сети не превышает значений, указанных в табл. 5.36.

Таблица 5.35. **Электрические параметры трансформаторов типа Т с уменьшенным расходом меди**

Типономинал трансформатора	Обозначение обмоток	Обозначение выводов	Режим холостого хода		Режим номинальной нагрузки		Температура перегрева обмоток, °C
			напряжение, В	ток, А	напряжение, В	ток, А	
Т1-220-50	I	1—2	200	0,125	200	0,33	
		1—3	210		210		
		1—4	220		220		
		1—5	230		230		
		1—6	240		240		
	II	7—8	176	0,125	160	0,025	60
		7—9	198		180		
		7—10	220		200		
	III	11—13	14,1	0,125	12,6	2,12	
		13—15	14,1	0,125	12,6	2,12	
		12—13	9,9		9		
		13—14	9,9		9		
	IV	16—18	10,95	0,125	9,7	1,06	
		18—20	10,95		9,7		
		17—18	7,38		6,5		
		18—19	7,38		6,5		
	V	21—22	17,5	0,125	15	0,03	
		21—23	20,8		18		60
	VI	24—25	17,5		15	0,03	
		24—26	20,8		18		
Т2-220-50	I	1—2	220	0,11	220	0,26	
	II	3—4	207	0,11	190	0,1	
	III	5—6	17	0,11	16	0,9	
		7—6	17		16		
Т3-220-50	I	1—2	209	0,1	209	0,26	50
		1—3	215		215		
		1—4	220	0,1	220	0,26	
		1—5	226		226		
		1—6	231		231		
	II	7—8	12,9	0,1	11,5	1,35	
		8—9	12,9		11,5		

Типономинал трансформатора	Обозначение обмоток	Обозначение выводов	Режим холостого хода		Режим номинальной нагрузки		Температура перегрева обмоток, °С
			напряжение, В	ток, А	напряжение, В	ток, А	
	III	11–12	20,4	0,1	18,1	0,23	
		12–13	20,4		18,1		
		10–12	22,2		19,8		
		12–14	22,2		19,8		
	IV	15–16	112	0,1	100	0,03	50
		15–17	202		180		
		15–18	224		200		
T4-220-50	I	1–2	104,5	0,06	104	0,2	
		5–6	104,5		104		
		1–3	110		110		
		5–7	110		110		
		1–4	115,5		115		
		5–8	115,5		115		
	II	9–10	9,9	0,06	8,5	1,2	
	II′	14–15	9,9	0,06	8,5	1,2	
	III	11–12	47,2	0,06	38	0,05	
		11–13	52,1		42		50
	III′	16–17	47,2	0,06	38	0,05	
		16–18	52,1		42		
T5-127/220-50	I	1–2	110	0,11	110	0,12	
		1–3	127	0,11	127	0,12	
		1–4	220	0,06	220	0,07	
	II	5–6	58,4	0,11	58	0,1	
			(для сети 127 В				50
			56	0,11	55,4	0,1	
		7–8	9,55	0,06	7	0,06	
			(для сети 127 В				
			9,16	0,06	7	0,06	
T6-220-50	I	1–2	220	0,023	220	0,028	
	II	3–4	41,6	0,023	34,2	0,07	
		4–5	41,5		34,2		50
		6–7	1,06	0,023	0,85	0,45	
T7-220-50	I	1–2	220	0,02	220	0,03	
	II	3–4	44±1	0,02	38±1	0,08	
	III	5–6	1,1±0,05	0,02	0,95±0,05	0,27	
T8-220-50	I	1–2	220	0,02	220	0,033	
	II	3–4	13±0,5	0,02	10±0,4	0,4	
T9-220-50	I	1–2	220	0,02	220	0,045	
	II	3–4	80	0,02	41	0,13	
	III	5–7	3,75	0,02	2,5	0,1	40
		6–7	3,75		2,5		
T10-220-50	I	1–2	220	0,026	220	0,045	
	II	3–4	45	0,025	38	0,07	
	III	5–7	1,9	0,025	1,6	0,2	
		7–6	1,9		1,6		
T11-220-50	I	1–2	220	0,02	220	0,03	
	II	3–4	38,4	0,02	33,1	0,086	
	III	5–6	1,25	0,02	1,05	0,42	
T12-220-50	I	1–2	220	0,01	220	0,016	
	II	3–4	6,3±0,1	0,01	5,6±0,1	0,175	

Окончание табл. 5.35

Типономинал трансформатора	Обозначение обмоток	Обозначение выводов	Режим холостого хода		Режим номинальной нагрузки		Температура перегрева обмоток, °С
			напряжение, В	ток, А	напряжение, В	ток, А	
Т13-220-50	I	1–2	220	0,01	220	0,016	
	II	3–4	6,3±0,1	0,01	5,6±0,1	0,175	
Т14-220-50	I	1–2	220	0,01	220	0,02	
	II	3–4	10,35±0,2	0,01	9,2±0,2	0,01	
Т15-220-50	I	1–2	220	0,015	220	0,025	40
	II	3–4	12	0,015	8,5	0,2	
Т16-220-50	I	1–2	220	0,038	220	0,05	
	II	3–4	47,7±1	0,038	43,7±0,8	0,112	
	III	5–6	1,1±0,7	0,038	0,85±0,05	0,85	
Т17-220-50	I	1–2	220	0,038	220	0,056	
	II	3–4	45±1	0,038	38,5±0,8	0,142	
	III	5–6	1,3±0,07	0,038	1,05±0,05	1,18	
Т18-220-50	I	1–2	220	0,025	220	0,03	
	II	3–4	45	0,025	38	0,04	
	III	5–6	1,95	0,025	1,6	0,2	
		6–7	1,95	0,025	1,6	0,2	
Т19-220-50	I	1–2	220	0,02	220	0,03	40
	II	3–4	30,4±2 %	0,02	27±2 %	0,055	
	III	5–6	3,04±2 %	0,02	2,5±2 %	0,1	
		6–7	3,04±2 %		2,5±2 %		

Т а б л и ц а 5.36. **Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов типа Т с уменьшенным расходом меди**

Типономинал трансформатора	Сопротивление изоляции, МОм			Максимальная температура перегрева обмоток, °С
	при температуре 20 °С	при температуре 85 °С	после циклического воздействия температур −60...+85 °С	
Т1-220-50	1000	100	2	60
Т2-220-50				
Т3-220-50	500	50	1	50
Т4-220-50	1000	100	2	
Т5-127/220-50	200	20	1	
Т6-220-50	200	20		
Т7-220-50		100		

Типономинал трансформатора	Сопротивление изоляции, МОм			Максимальная температура перегрева обмоток, °С
	при температуре 20 °С	при температуре 85 °С	после циклического воздействия температур −60...+85 °С	
Т8-220-50				
Т9-220-50				
Т10-220-50				
Т11-220-50	1000			
Т12-220-50		20	2	40
Т13-220-50				
Т14-220-50				
Т15-220-50				
Т16-220-50				
Т17-220-50				
Т18-220-50	1000	20	2	40
Т19-220-50				

Глава шестая

ТРАНСФОРМАТОРЫ ИМПУЛЬСНЫЕ

В соответствии с установленной классификацией импульсные трансформаторы малой мощности определяются как сигнальные трансформаторы, предназначенные для выполнения одной или нескольких функций в импульсных устройствах РЭА и АСС: для передачи, формирования, преобразования и запоминания импульсных сигналов — и называются *импульсными сигнальными трансформаторами*. Рассматриваемая группа трансформаторов включает в свой состав импульсные сигнальные согласующие трансформаторы; формирующие импульсные сигнальные трансформаторы, предназначенные для работы в устройствах формирования импульсов; сигнальные трансформаторы выходной строчной развертки; сигнальные импульсные трансформаторы выходной кадровой развертки; запоминающие импульсные сигнальные трансформаторы и многие другие типы.

Импульсные трансформаторы разрабатывают на напряжение до 220 В с заданными коэффициентами трансформации при допускаемых сочетаниях максимального входного напряжения с произведением длительности импульса на входное импульсное напряжение. Коэффициенты трансформации (отношение меньшего числа витков обмотки к большему числу витков) выбирают из следующего стандартизованного ряда: 0,01; 0,02; 0,05; 0,063; 0,08; 0,1; 0,125; 0,167; 0,2; 0,25; 0,28; 0,335; 0,4; 0,5; 0,6; 0,63; 0,67; 0,71; 0,75; 0,8; 0,85; 0,9; 0,95; 1,0.

Таблица 6.1. **Допустимые сочетания основных параметров импульсных трансформаторов**

Произведения длительности импульса на входное импульсное напряжение, мс·В	Максимальное входное напряжение, В						
	3	6	12	24	48	110	220
0,006	+	+	+	–	–	–	–
0,012	+	+	+	+	–	–	–
0,025	+	+	+	+	+	–	–
0,05	+	+	+	+	+	+	–
0,1	+	+	+	+	+	+	+
0,2	+	+	+	+	+	+	+
0,4	+	+	+	+	+	+	+
0,8	+	+	+	+	+	+	+
1,6	+	+	+	+	+	+	+
3,15	+	+	+	+	+	+	+
6,3	+	+	+	+	+	+	+
12,5	+	+	+	+	+	+	+
25	+	+	+	+	+	+	+
50	+	+	+	+	+	+	+
100	+	+	+	+	+	+	+
200	+	+	+	+	+	+	+
400	+	+	+	+	+	+	+
800	+	+	+	+	+	+	+
1600	–	–	+	+	+	+	+
3150	–	–	–	+	+	+	+
6300	–	–	–	–	+	+	+
12 500	–	–	–	–	–	+	+

Допускаемые сочетания максимального входного напряжения с произведением длительности импульса на входное импульсное напряжение приведены в табл. 6.1.

Произведения длительности импульса на входное импульсное напряжение рассчитаны на 10 % спаде вершины импульса и при условии согласования нагрузок. Допустимые сочетания отмечены в табл. 6.1 знаком "+". Согласования внутреннего сопротивления генератора с сопротивлением нагрузки на трансформатор рассчитаны для первичной цепи.

Промышленностью изготавливаются следующие основные типы импульсных трансформаторов: ММТИ — двух конструктивных исполнений на магнитопроводах из пермаллоевых сплавов; ММТИа с магнитопроводами из железоникелевых сплавов; ММТИ — с магнитопроводами из магнитомягких ферритов; ММТИа — с ферритовыми магнитопроводами без керамических плат; ММТИ — с ферритовыми магнитопроводами повышенной стабильности, ТИ — с рабочим напряжением 50 В и длительностью импульсов 0,5...2000 мс; ТИМ — двух конструктивных исполнений на ферритовых и пермаллоевых магнитопроводах; БТИ — с рабочим напряжением до 10 В; ТИИ5 — с входным напряжением до 24 В; ТИ12 — монолитной конструкции с штыревыми выводами.

6.1. Трансформаторы импульсные типа ММТИ, ММТИа

Импульсные трансформаторы в микромодульном исполнении типов ММТИ и ММТИа предназначены для работы в микромодульной аппаратуре, в импульсных устройствах РЭА и микроэлектронной аппаратуре. Собирают трансформаторы, как правило, на стандартизованных керамических платах. Технология сборки предусматривает приклейку их к каркасу и распайку на керамической плате. В зависимости от функционального назначения и заданных технических параметров изготавливают трансформаторы на кольцевых магнитопроводах из пермаллоя, железоникелевых сплавов (без керамических плат), феррита различных марок.

Трансформаторы типов ММТИ и ММТИа в зависимости от условий реальной эксплуатации изготавливают в исполнениях, пригодных для работы в составе аппаратуры в большинстве климатических зон страны, а также во всеклиматическом исполнении. Виды и характеристики условий эксплуатации рассмотрены в первой главе справочника. Особое место занимают нормированные параметры и характеристики внешних воздействующих факторов климатических, механических, биологических, радиационных и др. Виды климатических исполнений и категорий изделий приведены в табл. 1.44; состав групп РЭА, в которой применяются трансформаторы и категории их размещения,— в табл. 1.45 и 1.46; рабочая и предельная температуры окружающей среды — в табл. 1.49; виды механических воздействующих факторов и значения их характеристик — в табл. 1.53 и 1.54.

При разработке конструкторской документации и при заказе импульсных трансформаторов в микромодульном исполнении применяется сокращенное и полное условное обозначение, которое включает в свой состав буквенное обозначение ММТИ, где буквы обозначают: микромодульный трансформатор импульсный; условный порядковый номер разработки трансформатора и обозначение стандарта

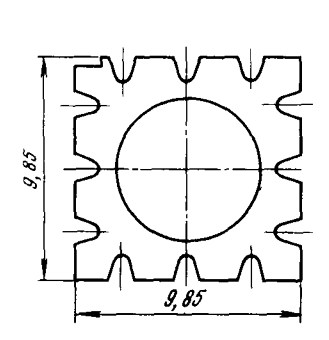
или ТУ, по которым осуществляется приемка и поставка готовых трансформаторов. Примеры условных обозначений трансформаторов:

с магнитопроводами: из пермаллоевых сплавов — ММТИ-20; из железоникелевых сплавов — ММТИ-20а; ферритовыми — ММТИ-201.

Электромагнитные параметры, технические характеристики и конструктивные размеры тороидальных магнитопроводов из различных магнитных материалов рассмотрены во второй главе справочника.

Конструкции и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры импульсных трансформаторов в микромодульном исполнении на магнитопроводах из пермаллоевых сплавов и ферритов показаны на рис. 6.1—6.5. Конструктивные размеры и масса микромодульных импульсных трансформаторов в зависимости от применяемого магнитопровода и конструктивного исполнения приведены в табл. 6.2. В качестве основания трансформатора применяется керамическая плата типоразмера 10-1.

Конструкция трансформаторов типа ММТИ рассчитана на эксплуатацию при воздействии различных климатических и механических факторов. Они устойчиво работают после многократного циклического воздействия температур в диапазоне —60...+85 °С. Рабочие значения внешних воздействующих факторов при эксплуатации трансформаторов указаны ниже.



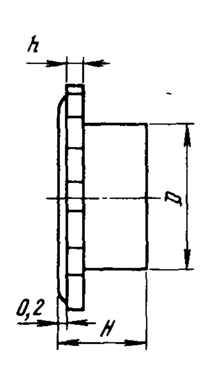
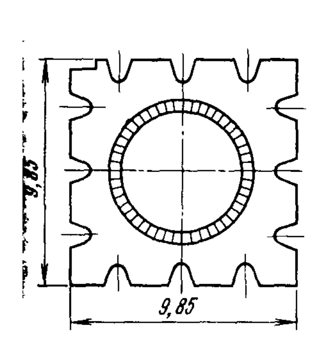


Рис. 6.1. Общий вид трансформаторов типа ММТИ I-го конструктивного исполнения из пермаллоевых сплавов (ММТИ20 – ММТИ109, ММТИ166)



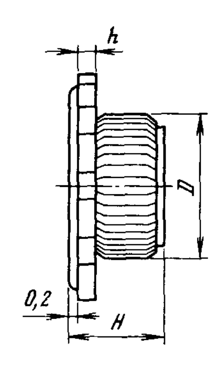
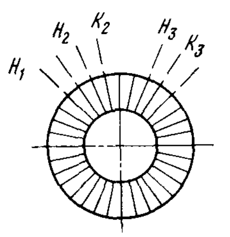


Рис. 6.2. Общий вид трансформаторов типа ММТИ II-го конструктивного исполнения из пермаллоевых сплавов (ММТИ110 – ММТИ165); типа ММТИ с ферритовыми магнитопроводами (ММТИ2 – ММТИ13); ММТИ с ферритовыми магнитопроводами (ММТИ201 – ММТИ248)

Конструкция трансформаторов обеспечивает установку и монтаж на печатных платах методом планарной распайки без дополнительного крепления. После монтажа трансформатора и всех комплектующих ЭРЭ предусмотрена общая лакировка лаком УР-231 в два слоя. Трансформатор типа ММТИ, выводы обмоток которого распаяны на керамической плате, представляет собой микромодуль



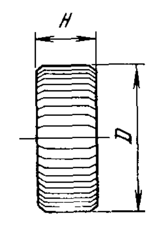
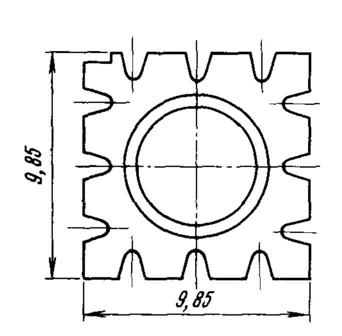


Рис. 6.3. Общий вид трансформаторов типа ММТИа из железоникелевых сплавов (без керамических плат: ММТИ20а – ММТИ166а); типа ММТИа с ферритовыми магнитопроводами (ММТИ2а – ММТИ13а)



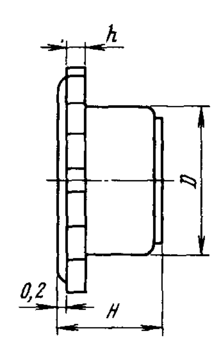
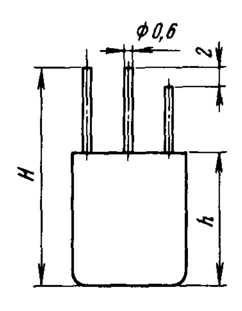


Рис. 6.4. Общий вид трансформаторов типа ММТИ из пермаллоевых сплавов I конструктивного исполнения (в виде микроэлемента)



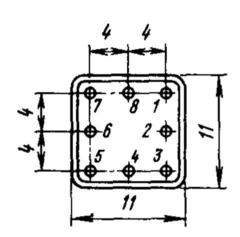


Рис. 6.5. Общий вид трансформаторов типа ММТИ из пермаллоевых сплавов II конструктивного исполнения (в виде микромодуля)

Таблица 6.2. **Конструктивные размеры импульсных трансформаторов типа ММТИ и ММТИа**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	D, мм	H, мм	h, мм	Масса, г, не более
ММТИ2, ММТИ13	6.2, 6.6,*е*	7,2	6	0,49	0,7
ММТИ3	6.2, 6.6,*б*	7,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ4, ММТИ5	6.2, 6.6,*е*	7,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ6—ММТИ8	6.2, 6.6,*б*	7,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ9—ММТИ10	6.2, 6.6,*е*	7,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ11, ММТИ12	6.2, 6.6,*б*	7,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ20—ММТИ39	6.1, 6.6,*а*	7,4	4	0,49	0,5
ММТИ40—ММТИ89	6.1, 6.6,*г*	7,5	4,4	0,49	0,5
ММТИ90—ММТИ109	6.1, 6.6,*и*	7,6	4,5	0,49	0,5
ММТИ110—ММТИ125	6.2, 6.6,*а*	7,2	4	0,49	0,4
ММТИ126—ММТИ165	6.2, 6.6,*г*	7,2	4	0,49	0,4
ММТИ166	6.1, 6.6,*г*	6,7	3,4	0,49	0,5
ММТИ201—ММТИ212	6.2, 6.6,*а*	7,1	3,8	0,49	0,4
ММТИ213—ММТИ224	6.2, 6.6,*г*	7,1	3,8	0,49	0,4
ММТИ225—ММТИ236	6.2, 6.6,*а*	7,1	4,8	0,49	0,5
ММТИ237—ММТИ248	6.2, 6.6,*г*	7,1	4,8	0,49	0,5
ММТИ301—ММТИ306	6.4, 6.6,*а*	7,5	7,5	0,49	1,2
ММТИ307—ММТИ314	6.4, 6.6,*г*	7,5	7,5	0,49	1,2
ММТИ315, ММТИ316	6.4, 6.6,*и*	7,5	7,5	0,49	1,2
ММТИ317—ММТИ328	6.5, 6.6,*в*	—	23	13	3,5
ММТИ329—ММТИ344	6.5, 6.6,*д*	—	23	13	3,5
ММТИ345—ММТИ348	6.5, 6.6,*ж*	—	23	13	3,5
ММТИ349—ММТИ354	6.5, 6.6,*в*	—	25	15	4
ММТИ355—ММТИ362	6.5, 6.6,*д*	—	25	15	4
ММТИ363—ММТИ364	6.5, 6.6,*ж*	—	25	15	4
ММТИ2а, ММТИ13а	6.3, 6.6,*е*	6,2	6	0,49	0,7
ММТИ3а	6.3, 6.6,*б*	6,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ4а, ММТИ5а	6.3, 6.6,*е*	6,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ6а, ММТИ8а	6.3, 6.6,*б*	6,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ9а, ММТИ10а	6.3, 6.6,*е*	6,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ11а, ММТИ12а	6.3, 6.6,*б*	6,2	3,8	0,49	0,5
ММТИ20а—ММТИ39а	6.3, 6.6,*б*	7,4	4	0,49	0,5
ММТИ40а—ММТИ89а	6.3, 6.6,*е*	7,5	4,4	0,49	0,5
ММТИ90а—ММТИ109а	6.3, 6.6,*к*	7,6	4,5	0,49	0,4
ММТИ166а	6.3, 6.6,*е*	7,2	3,9	0,49	0,5

унифицированной конструкции и является взаимозаменяемой сборочной единицей. Конструктивные размеры и технические характеристики тороидальных магнитопроводов из пермаллоя и магнитомягких ферритов приведены по второй главе справочника.

Трансформаторы типа ММТИ с ферритовыми магнитопроводами типономиналов ММТИ2—ММТИ13

Импульсные трансформаторы в микромодульном исполнении типа ММТИ с условными номерами разработок 2, ..., 13 изготавливают на тороидальных ферритовых магнитопроводах одного типа 12 типономиналов. Трансформаторы применяются в микромодулях радиоэлектронной аппаратуры бытового и производственного назначения. Перед установкой в микромодули трансформаторы распаивают на керамической плате 10-1.

Конструктивные размеры трансформаторов ММТИ3—ММТИ13 приведены в табл. 6.2. Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ММТИ показаны на рис. 6.2; принципиальные электрические схемы трансформаторов — на рис. 6.6, *б* и 6.6, *е*.

Расположение выводов на керамической плате и их распайка приведены в табл. 6.3.

Электрические параметры и основные технические характеристики трансформаторов ММТИ2—ММТИ13 в микромодульном исполнении приведены в табл. 6.4. Коэффициенты трансформации, указанные в табл. 6.4, рассчитаны с допускаемым отклонением, не превышающим ±10 %. Длительность фронта импульса после воздействия климатических факторов приведена в табл. 6.5.

Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов изменяется в зависимости от конкретных условий эксплуатации. Сопротивление изоляции между обмотками в нормальных климатических условиях равно 100 МОм. При повышении температуры окружающей среды до 70 °С сопротивление изоляции снижается до 10 МОм.

Условия эксплуатации трансформаторов ММТИ2—ММТИ13, ММТИ2а—ММТИ13а

Температура окружающей среды . . . —60...+70 °С

Повышенная температура:

- рабочая . . . . 70 °С
- предельная с учетом перегрева . . . 70 °С
- при перегреве обмоток . . . . 40 °С

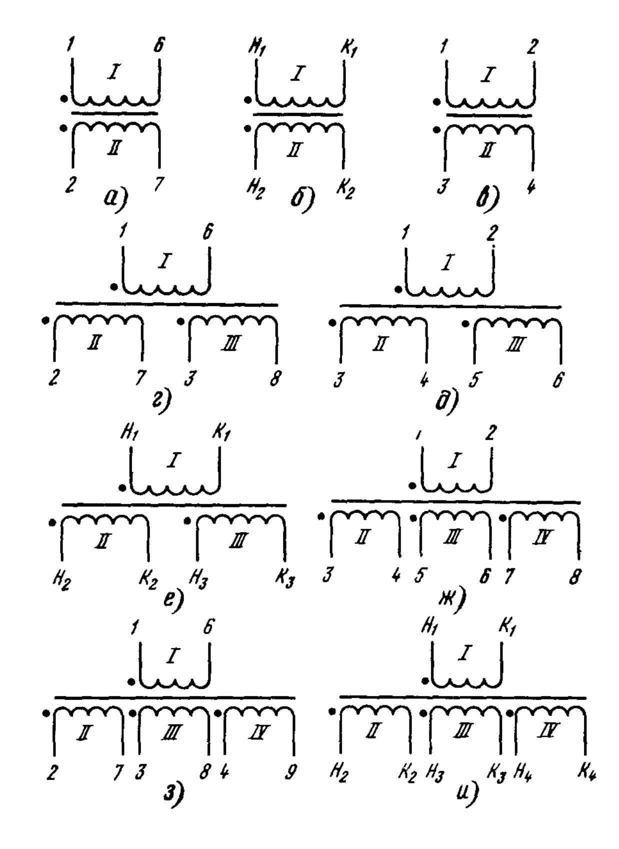
Пониженная температура:

- рабочая . . . . —60 °С
- предельная . . . . —60 °С
- транспортирования . . . . —60 °С

Смена температур (многократное циклическое воздействие) . . . . —60...+70 °С

Рис. 6.6. Принципиальные электрические схемы трансформаторов типов:

а – ММТИ 20 – ММТИ 39, ММТИ 110 – ММТИ 125, ММТИ 201 – ММТИ 212, ММТИ 225 – ММТИ 236, ММТИ 301 – ММТИ 306; *б* – ММТИ20А – ММТИ39а, ММТИ3, ММТИ6, ММТИ7, ММТИ8, ММТИ11, ММТИ12, ММТИ3а, ММТИ6а, ММТИ7а, ММТИ8а, ММТИ11а, ММТИ12а; *в* – ММТИ317 – ММТИ328, ММТИ349 – ММТИ354; *г* – ММТИ40 – ММТИ89, ММТИ129 – ММТИ165, ММТИ166, ММТИ213 – ММТИ224, ММТИ237 – ММТИ248, ММТИ307 – ММТИ314; *д* – ММТИ320 – ММТИ344, ММТИ355 – ММТИ362; *е* – ММТИ40а – ММТИ89а, ММТИ166а, ММТИ2, ММТИ5, ММТИ4, ММТИ9, ММТИ10, ММТИ13, ММТИ2а, ММТИ4а, ММТИ5а, ММТИ9а, ММТИ10а, ММТИ13а; *ж* – ММТИ345 – ММТИ348, ММТИ363, ММТИ364; *и* – ММТИ90 – ММТИ109, ММТИ315, ММТИ316; *к* – ММТИ90а – ММТИ109а



Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, не более	98 %
Пониженное атмосферное давление воздуха или другого неагрессивного газа, не менее	0,133 кПа (1 мм рт. ст.)
Повышенное атмосферное давление	294 кПа (3 кгс/см^2)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...5000 Гц с ускорением, не более	40 g (392,4 м/с^2)
Многократные удары при длительности 1...3 мс с ускорением, не более	150 g (1472 м/с^2)
Одиночные удары при длительности 0,2...1 мс с ускорением, не более	1000 g (9810 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	150 g (1472 м/с^2)
Сохраняемость трансформаторов типа ММТИ3—ММТИ13 в упаковке, ЗИП, а также вмонтированных в аппаратуру при хранении при температуре 5...35 °С, не менее	12 лет
Долговечность трансформаторов, залитых в микромодуль, не менее	5000 ч

При кратковременном воздействии (в течение 10 суток) повышенной влажности воздуха 98 % при температуре 40 °С сопротивление изоляции не менее 3 МОм. Дальнейшее пребывание трансформаторов в этих условиях приводит к снижению сопротивления изоляции обмоток до 1 МОм.

Испытательное напряжение постоянного тока не превышает 100 В.

Входные параметры трансформаторов типа ММТИ с магнитопроводами из феррита приведены в табл. 6.6.

Таблица 6.3. **Расположение выводов обмоток трансформаторов на керамической плате**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	Номер паза					
		Н1	К1	Н2	К2	Н3	К3
ММТИ2	6.6,*е*	5	6	7	9	1	3
ММТИ3	6.6,*б*	5	10	12	2	—	—
ММТИ4	6.6,*е*	2	4	5	8	10	12
ММТИ5	6.6,*е*	5	3	12	9	8	7
ММТИ6	6.6,*б*	5	7	8	12	—	—
ММТИ7	6.6,*б*	2	11	12	1	—	—
ММТИ8	6.6,*б*	5	10	12	2	—	—
ММТИ9	6.6,*е*	5	6	7	9	1	3
ММТИ10	6.6,*е*	2	4	5	8	10	12
ММТИ11	6.6,*б*	5	7	8	12	—	—
ММТИ12	6.6,*б*	2	11	12	1	—	—
ММТИ13	6.6,*е*	5	3	12	9	8	7

Таблица 6.4. **Электрические параметры импульсных трансформаторов в микромодульном исполнении с ферритовыми магнитопроводами**

Типономинал трансформатора	Ток намагничивания на обмотке с наибольшим числом витков, мА, не более	Индуктивность первичной обмотки, мкГн	Длительность фронта импульса на нагрузках, мс, не более	Длительность среза импульса на нагрузках, мс, не более	Коэффициент трансформации
ММТИ2	66	160...650	0,24	0,25	1:5:5
МТТИ3	55	920...3800	0,12	0,2	5:2
ММТИ4	74	120...500	0,12	0,4	1:3,3:3,3
МТТИ5	154	140...540	0,1	0,1	1:1:1

Окончание табл. 6.4

Типономинал трансформатора	Ток намагничивания на обмотке с наибольшим числом витков, мА, не более	Индуктивность первичной обмотки, мкГн	Длительность фронта импульса на нагрузках, мс, не более	Длительность среза импульса на нагрузках, мс, не более	Коэффициент трансформации
ММТИ6	55	920...3800	0,12	0,2	1:1
ММТИ7	198	920...3800	0,12	0,3	1:1
ММТИ8	154	1300...4400	0,13	0,2	2:1
ММТИ9	127	1400...4900	0,13	0,5	1:1:1
ММТИ10	55	2300...7800	0,25	0,25	3:1:1
ММТИ11	55	2300...7800	0,25	0,25	3:1
ММТИ12	127	1400...4900	0,13	0,5	1:1
ММТИ13	20	2300...7000	0,15	0,2	1:2:2

П р и м е ч а н и я 1 Длительность фронта входного импульса не превышает (0,075±0,5) % длительности входного импульса. 2. Длительность импульса н нагрузках не превышает ±10 % длительности входного импульса.

Т а б л и ц а 6.5. **Длительность импульсов при воздействии температур трансформаторов типа ММТИ**

Обозначение трансформатора	Повышенная температура 70 °С			Пониженная температура −60 °С			Циклическое воздействие температур −60 и 70 °С		
	Изменение длительности импульса, %	Длительность фронта импульса, мс, не более	Длительность среза импульса, мс, не более	Изменение длительности импульса, %	Длительность переднего фронта импульса, мс, не более	Длительность заднего фронта импульса, мс, не более	Изменение длительности импульса, %	Длительность переднего фронта импульса, мс, не более	Длительность заднего фронта импульса, мс, не более
ММТИ2		0,24	0,25		0,24	0,25		0,24	0,25
ММТИ3		0,12	0,2		0,17	0,2		0,17	0,2
ММТИ4	−10	0,12	0,4	10	0,12	0,4	±10	0,12	0,4
ММТИ5		0,1	0,15		0,1	0,15		0,1	0,15
ММТИ6		0,12	0,2		0,12	0,2		0,12	0,2
ММТИ7	−15	0,12	0,3		0,12	0,2		0,12	0,2
ММТИ8		0,13	0,5		0,13	0,2		0,13	0,3
ММТИ9		0,13	0,5		0,13	0,5		0,13	0,5
ММТИ10	−10	0,25	0,25	10	0,25	0,25	±10	0,25	0,25
ММТИ11		0,25	0,25		0,25	0,25		0,25	0,25
ММТИ12		0,13	0,5		0,13	0,5		0,13	0,5
ММТИ13		0,2	0,25		0,2	0,25		0,2	0,25

Т а б л и ц а 6.6. **Входные параметры импульсных трансформаторов типа ММТИ с ферритовыми магнитопроводами**

Типономинал трансформатора	Амплитуда входного импульса, мс, не более	Длительность входного импульса, мс, не более	Частота повторения импульсов, кГц	Сопротивление нагрузки, Ом		Типономинал трансформатора	Амплитуда входного импульса, мс, не более	Длительность входного импульса, мс, не более	Частота повторения импульсов, кГц	Сопротивление нагрузки, Ом	
				на обмотке *II*	на обмотке *III*					на обмотке *II*	на обмотке *III*
ММТИ2	18	5	10	200	200	ММТИ8	18	2	10	65	—
ММТИ3	18	1	10	30	—	ММТИ9	18	2	5	1000	1000
ММТИ4	10	1,5	10	200	200	ММТИ10	18	2	10	20	20
ММТИ5	18	0,4	10	65	30	ММТИ11	18	2	10	20	—
ММТИ6	18	1	10	180	—	ММТИ12	18	2	5	1000	—
ММТИ7	18	1	10	180	—	ММТИ13	18	5	10	200	200

Трансформаторы типа ММТИа с ферритовыми магнитопроводами

Импульсные трансформаторы типа ММТИа изготавливают без керамических плат на ферритовых магнитопроводах одного типа 12 типономиналов. Применяют трансформаторы в микромодульной аппаратуре в составе микромодулей.

Общий вид и габаритные размеры импульсных трансформаторов ММТИ2а, ММТИ3а — ММТИ12а и ММТИ13а показаны на рис. 6.3; принципиальные электрические схемы трансформаторов — на рис. 6.6, *б* и 6.6, *е*. Конструктивные размеры трансформаторов ММТИа приведены в табл. 6.2.

Электрические параметры и основные технические характеристики трансформаторов ММТИ2а — ММТИ13а приведены в табл. 6.4. Параметры трансформаторов ММТИ соответствуют и равны параметрам трансформаторов ММТИа. Например, трансформатор типа ММТИ2 соответствует по параметрам трансформатору ММТИ2а, трансформатор ММТИ3 — трансформатору ММТИ3а и т. д. Коэффициенты трансформации, указанные в табл. 6.4 для трансформаторов ММТИа, рассчитаны с допускаемым отклонением, не превышающим ±10 %. Длительность импульсов после воздействия повышеиной и пониженной температуры, приведенные в табл. 6.5 для трансформаторов ММТИ, соответствуют и равны для трансформаторов ММТИа.

Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов ММТИа при эксплуатации в различных климатических условиях такие же, как и у трансформаторов типов ММТИ2 — ММТИ13, описанных выше. Испытательное напряжение постоянного тока не превышает 100 В. Входные параметры трансформаторов типа ММТИа с магнитопроводами из феррита соответствуют параметрам трансформаторов типа ММТИ, которые приведены в табл. 6.6.

Расположение выводов обмоток трансформаторов ММТИа также соответствуют расположению выводов трансформаторов ММТИ.

Условия эксплуатации импульсных трансформаторов соответствуют указанным для трансформаторов ММТИ2 — ММТИ13.

Трансформаторы импульсные в микромодульном исполнении типономиналов ММТИ20 — ММТИ166

Импульсные трансформаторы в микромодульном исполнении с магнитопроводами из пермаллоевых сплавов предназначены для работы в микромодулях современной бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Изготавливают две конструкции трансформаторов, которые распаивают на стандартизованных керамических платах типономинала 10-1.

Общий вид, габаритные и установочные размеры импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ20 — ММТИ166 показаны на рис. 6.1 и 6.2. Конструктивные размеры трансформаторов данной группы приведены в табл. 6.2.

Принципиальные электрические схемы трансформаторов типономиналов ММТИ20 — ММТИ166 показаны на рис. 6.6, *а*; 6.6, *г* и 6.6, *и*.

Группы трансформаторов по длительности импульсов приведены в табл. 6.7. Допускаемое отклонение коэффициента трансформации не превышает ±10 %. Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов импульсных в микромодульном исполнении типономиналов ММТИ20 — ММТИ166 в зависимости от групп трансформаторов приведены в табл. 6.8.

Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов изменяется в зависимости от конкретных условий климатических, и в первую очередь, температурных воздействий при эксплуатации. Сопротивление изоляции между обмотками в нормальных климатических условиях равно 100 МОм. При повышении температуры окружающей среды до 85 °С сопротивление изоляции снижается до 10 МОм. При кратковременном воздействии (в течение 10 суток) повышенной влажности воздуха до 98 % при температуре 40 °С сопротивление изоляции не менее 3 МОм. Более длительное пребывание трансформаторов при повышенной влажности приводит к снижению сопротивления обмоток до 1 МОм.

Испытательное напряжение постоянного тока не превышает 100 В.

Изменение тока намагничивания трансформаторов типономиналов ММТИ20 — ММТИ166 не превышает 20 % при предельных значениях условий эксплуатации.

Условия эксплуатации трансформаторов импульсных в микромодульном исполнении типономиналов ММТИ20 – ММТИ166

Температура окружающей среды	−60...+85 °С
Повышенная температура:	
рабочая	85 °С
предельная с учетом перегрева	60 °С
Пониженная температура:	
рабочая	−40 °С
предельная	−60 °С
транспортирования	−60 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С	98 %
Пониженное атмосферное давление воздуха или другого неагрессивного газа	0,133 кПа (1 мм рт. ст.)
Повышенное атмосферное давление	294 кПа (3 кгс/см^2)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...500 Гц с ускорением, не более	40 g (392,4 м/с^2)
Многократные удары с ускорением, ие более	150 g (1472 м/с^2)
Одиночные удары с ускорением, не более	1000 g (9810 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	150 g (1472 м/с^2)
Иней, морской туман	У трансформаторов, залитых в микромодуль, работоспособность сохраняется
Сохраняемость в упаковке, ЗИП, а также вмонтированных в аппаратуру при хранении при температуре 5...35 °С и относительной влажности до 80 % при температуре 20 °С	12 лет
Долговечность трансформаторов ММТИ, залитых в микромодуль	5000 ч

Трансформаторы импульсные с магнитопроводами из железоникелевых сплавов типономиналов ММТИ20а – ММТИ109а, ММТИ166а

Импульсные трансформаторы с магнитопроводами из железоникелевых сплавов предназначены для работы в микромодулях в РЭА бытового и промышленного назначения. Изготавливают импульсные трансформаторы типо-

номиналов ММТИ20а – ММТИ109а и ММТИ166а без керамических плат в виде микроэлементов. Трансформаторы изготавливают одного типа 91 типономиналов.

Общий вид и габаритные размеры импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ20а – ММТИ109а и ММТИ166а показаны на рис. 6.3. Конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл. 6.2. Принципиальные электрические схемы трансформаторов показаны на рис. 6,6, *б*; 6,6, *е*; 6,6, *к*.

Импульсные трансформаторы рассматриваемых типономиналов распределены на группы в зависимости от длительности импульса и коэффициентов трансформации. Состав групп трансформаторов приведен в табл. 6.9. Допускаемые отклонения коэффициента трансформации не превышают ±10 %. Основные электрические параметры и технические характеристики импульсных трансформаторов, учитывающие распределение на группы по длительности импульса приведены в табл. 6.10.

Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов в значительной степени зависит от воздействия климатических факторов, и в первую очередь от температуры окружающей среды. Сопротивление изоляции обмоток в нормальных климатических условиях не менее 100 МОм. При воздействии повышенной температуры, значение которой не превышает 85 °С, сопротивление изоляции между обмотками снижается до 10 МОм. Выдержка трансформаторов в условиях относительной влажности воздуха до 98 % при температуре 40 °С в течение 10 суток приводит к снижению сопротивления изоляции между обмотками до 3 МОм, а в течение 30 суток – до 1 МОм. Испытательное напряжение постоянного тока не превышает 100 В. Изменение тока намагничивания импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ20а – ММТИ109а и ММТИ166а при воздействии предельных значений температуры и влажности окружающего воздуха не превышает 20 %.

В табл. 6.10 длительность импульса на нагрузках равна длительности входного импульса ±10 %. Значения, указанные в скобках, относятся только к трансформаторам типономинала ММТИ166а. Длительность фронта входного импульса обозначена буквами $T_ф$.

Таблица 6.7. **Группы трансформаторов импульсных типономиналов ММИТ20 – ММТИ166**

Номер рисунка	Группы трансформаторов по длительности импульса, мс: I $T_н$ = 0,05	II $T_н$ = 0,1	III $T_н$ = 0,25	IV $T_н$ = 0,4	V $T_н$ = 0,6	VI $T_н$ = 1,6	VII $T_н$ = 4,0	VIII $T_н$ = 6,3	IX $T_н$ = 10	Коэффициент трансформации
6.6, *а*	ММТИ110	ММТИ112	ММТИ111	ММТИ113	ММТИ24	ММТИ23	ММТИ22	ММТИ21	ММТИ20	1:1
	ММТИ114	ММТИ116	ММТИ115	ММТИ117	ММТИ29	ММТИ28	ММТИ27	ММТИ26	ММТИ25	2:1
	ММТИ118	ММТИ120	ММТИ119	ММТИ121	ММТИ34	ММТИ33	ММТИ32	ММТИ31	ММТИ30	3:1
	ММТИ122	ММТИ124	ММТИ123	ММТИ125	ММТИ39	ММТИ38	ММТИ37	ММТИ36	ММТИ35	5:1
6.6, *г*	ММТИ126	ММТИ128	ММТИ127	ММТИ129	ММТИ44	ММТИ43	ММТИ42	ММТИ41	ММТИ40	1:1:1
	ММТИ130	ММТИ132	ММТИ131	ММТИ133	ММТИ49	ММТИ48	ММТИ47	ММТИ46	ММТИ45	2:1:1
	ММТИ134	ММТИ136	ММТИ135	ММТИ137	ММТИ54	ММТИ53	ММТИ52	ММТИ51	ММТИ50	3:1:1
	ММТИ138	ММТИ140	ММТИ139	ММТИ141	ММТИ59	ММТИ58	ММТИ57	ММТИ56	ММТИ55	5:1:1
	ММТИ142	ММТИ144	ММТИ143	ММТИ145	ММТИ64	ММТИ63	ММТИ62	ММТИ61	ММТИ60	2:2:1
	ММТИ146	ММТИ148	ММТИ147	ММТИ149	ММТИ69	ММТИ68	ММТИ67	ММТИ66	ММТИ65	3:2:1
	ММТИ150	ММТИ152	ММТИ151	ММТИ153	ММТИ74	ММТИ73	ММТИ72	ММТИ71	ММТИ70	5:2:1
	ММТИ154	ММТИ156	ММТИ155	ММТИ157	ММТИ79	ММТИ78	ММТИ77	ММТИ76	ММТИ75	3:3:1
	ММТИ158	ММТИ160	ММТИ159	ММТИ161	ММТИ84	ММТИ83	ММТИ82	ММТИ81	ММТИ80	5:3:1
	ММТИ162	ММТИ164	ММТИ163	ММТИ165	ММТИ89	ММТИ88	ММТИ87	ММТИ86	ММТИ85	5:5:1
	–	–	–	–	ММТИ166	–	–	–	–	20:10:1
6.6, *и*	–	–	–	–	ММТИ94	ММТИ93	ММТИ92	ММТИ91	ММТИ90	1:1:1:1
	–	–	–	–	ММТИ99	ММТИ98	ММТИ97	ММТИ96	ММТИ95	3:1:1:1
	–	–	–	–	ММТИ104	ММТИ103	ММТИ102	ММТИ101	ММТИ100	3:3:1:1
	–	–	–	–	ММТИ109	ММТИ108	ММТИ107	ММТИ106	ММТИ105	3:3:3:1

Таблица 6.8. **Электрические параметры импульсных трансформаторов в микромодульном исполнении типономиналов ММТИ20 – ММТИ166**

Номер группы трансформатора	Длительность входного импульса, мс	Амплитуда входного импульса, В	Индуктивность первичной обмотки, мкГн, не менее	Частота повторения импульсов, кГц	Ток намагничивания первичной обмотки, мА, не менее	Длительность фронта импульса на нагрузках, мс не более	Длительность среза импульса на нагрузках, мс, не более
I	0,05	10	17	2000	30	$Т_ф$ + 0,02	Т + 0,02
II	0,1	10	32	1000	30	$Т_ф$ + 0,02	Т + 0,02
III	0,25	10	87	1000	30	$Т_ф$ + 0,03	Т + 0,03
IV	0,4	10	140	500	30	$Т_ф$ + 0,03	Т + 0,03
V	0,6	10	220 (125)	500 (200)	30 (50)	$Т_ф$ + 0,04	0,15 (0,2)
VI	1,6	15	560	100	30	$Т_ф$ + 0,06	0,2
VII	4	15	1400	50	30	0,2	0,3
VIII	6,3	15	2200	10	30	0,3	0,3
IX	10	15	3500	10	30	0,3	0,4

Примечания. 1. Длительность импульса на нагрузках равна длительности входного импульса ± 10 %. 2. $Т_ф$ – длительность фронта входного импульса; $Т_{ср}$ – длительность среза входного импульса. 3. Значения, указанные в скобках, для трансформаторов ММТИ166.

Таблица 6.9. **Группы импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ20а – ММТИ109а, ММТИ166а**

Номер рисунка	Группы трансформаторов по длительности импульса, мс					Коэффициент трансформации
	V $T_н = 0,6$	VI $T_н = 1,6$	VII $T_н = 4$	VIII $T_н = 6,3$	IX $T_н = 10$	
6.6,*б*	ММТИ24а	ММТИ23а	ММТИ22а	ММТИ21а	ММТИ20а	1 : 1
	ММТИ29а	ММТИ28а	ММТИ27а	ММТИ26а	ММТИ25а	2 : 1
	ММТИ34а	ММТИ33а	ММТИ32а	ММТИ31а	ММТИ30а	3 : 1
	ММТИ39а	ММТИ38а	ММТИ37а	ММТИ36а	ММТИ35а	5 : 1
6.6,*е*	ММТИ44а	ММТИ43а	ММТИ42а	ММТИ41а	ММТИ40а	1 : 1 : 1
	ММТИ49а	ММТИ48а	ММТИ47а	ММТИ46а	ММТИ45а	2 : 1 : 1
	ММТИ54а	ММТИ53а	ММТИ52а	ММТИ51а	ММТИ50а	3 : 1 : 1
	ММТИ59а	ММТИ58а	ММТИ57а	ММТИ56а	ММТИ55а	5 : 1 : 1
	ММТИ64а	ММТИ63а	ММТИ62а	ММТИ61а	ММТИ60а	2 : 2 : 1
	ММТИ69а	ММТИ68а	ММТИ67а	ММТИ66а	ММТИ65а	3 : 2 : 1
	ММТИ74а	ММТИ73а	ММТИ72а	ММТИ71а	ММТИ70а	5 : 2 : 1
	ММТИ79а	ММТИ78а	ММТИ77а	ММТИ76а	ММТИ75а	3 : 3 : 1
	ММТИ84а	ММТИ83а	ММТИ82а	ММТИ81а	ММТИ80а	5 : 3 : 1
	ММТИ89а	ММТИ88а	ММТИ87а	ММТИ86а	ММТИ85а	5 : 5 : 1
	ММТИ166а	–	–	–	–	20 : 10 : 1
6.6,*к*	ММТИ94а	ММТИ93а	ММТИ92а	ММТИ91а	ММТИ90а	1 : 1 : 1 : 1
	ММТИ99а	ММТИ98а	ММТИ97а	ММТИ96а	ММТИ95а	3 : 1 : 1 : 1
	ММТИ104а	ММТИ103а	ММТИ102а	ММТИ101а	ММТИ100а	3 : 3 : 1 : 1
	ММТИ109а	ММТИ108а	ММТИ107а	ММТИ106а	ММТИ105а	3 : 3 : 3 : 1

Таблица 6.10. **Электрические параметры импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ20а – ММТИ109а, ММТИ166а**

Номер группы трансформатора	Длительность входного импульса, мс	Амплитуда входного импульса, В	Индуктивность первичной обмотки, мкГн, не менее	Частота повторения импульсов, кГц	Ток намагничивания первичной обмотки, мА, не менее	Длительность фронта импульса на нагрузках, мс, не более	Длительность среза импульса на нагрузках, мс, не более
V	0,6	10	220 (125)	500 (200)	30 (50)	$T_ф$ + 0,04	0,15 (0,2)
VI	1,6	15	560	100	30	$T_ф$ + 0,06	0,2
VII	4	15	1400	50	30	0,2	0,3
VIII	6,3	15	2200	10	30	0,3	0,3
IX	10	15	3500	10	30	0,3	0,4

Условия эксплуатации импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ20а – ММТИ109а, ММТИ166а

Температура окружающей среды	−60...+85 °С
Повышенная температура:	
рабочая	85 °С
предельная	85 °С
при перегреве обмоток	30 °С
Пониженная температура:	
рабочая	−40 °С
предельная	−40 °С
транспортирования	−60 °С
Смена температур (многократное циклическое воздействие)	−60...+85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, не более	(95 ± 3) %
Пониженное атмосферное давление воздуха или другого неагрессивного газа, не менее	0,133 кПа (1 мм рт. ст.)
Повышенное атмосферное давление	294 кПа (3 кгс/см^2)
Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением, не более	150 g (1472 м/с^2)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 1...5000 Гц с ускорением, не более	40 g (392,4 м/с^2)
Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением, не более	1000 g (9810 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	150 g (1472 м/с^2)
Иней, роса	У трансформаторов, залитых в микромодуль, работоспособность сохраняется
Сохраняемость трансформаторов в упаковке, ЗИП, а также вмонтированных в аппаратуру при хранении при температуре 0...25 °С и относительной влажности до 80 % при температуре 20 °С, не менее	10 лет
Долговечность трансформаторов, залитых в микромодуль, не менее	5000 ч

Трансформаторы импульсные в микромодульном исполнении типа ММТИ типономиналов ММТИ201 – ММТИ248

Импульсные трансформаторы типономиналов ММТИ201 – ММТИ248 изготавливаются на ферритовых тороидальных магнитопроводах, конструктивные размеры и электромагнитные параметры которых рассмотрены во второй главе справочника. Параметры магнитомягких ферритов рассмотрены в первой главе справочника.

Импульсные трансформаторы в микромодульном исполнении с ферритовыми магнитопроводами предназначены для работы в микромодулях РЭА бытового и промышленного назначения.

Общий вид и габаритные размеры микромодульных трансформаторов типономиналов ММТИ201 – ММТИ248 показаны на рис. 6.2. Конструктивные размеры и масса трансформаторов приведены в табл. 6.2. Электрические принципиальные схемы импульсных трансформаторов показаны на рис. 6.6, *а* и 6.6, *ı*.

Группы импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ201 – ММТИ248 в зависимости от длительности импульса приведены в табл. 6.11, основные электрические параметры и технические характеристики и справочные параметры импульсных трансформаторов – в табл. 6.12 и 6.13.

Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов в значительной степени зависит от воздействия климатических и механических факторов, и в первую очередь от температуры окружающей среды. Сопротивление изоляции обмоток в нормальных климатических условиях не менее 100 МОм. При воздействии повышенной температуры до 85 °С сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и магнитопроводом не менее 10 МОм. Пребывание импульсных трансформаторов в условиях повышенной относительной влажности воздуха (до 98 %) при температуре 40 °С в течение 10 суток снижает сопротивление изоляции обмоток до 3 МОм; в течение 30 суток – до 2 МОм; в течение 56 суток – до 1 МОм. Испытательное напряжение постоянного тока не превышает 100 В. Изменение индуктивности первичной обмотки импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ201 – ММТИ248 при воздействии предельных значений механических и климатических факторов не превышает 20 %.

Электрическое сопротивление обмоток трансформаторов при скважности не менее 10 и нагрузках:

на обмотку II при коэффициентах трансформации: 1 : 1 – 75 Ом; 1,5 : 1 – 33 Ом; 2 : 2 : 1,5 – 33 Ом; 3 : 2 : 1,5 – 33 Ом; 2 : 1 – 20 Ом; 1 : 1 : 1 – 150 Ом;

на обмотку III при коэффициентах трансформации 1 : 1 : 1 – 150 Ом; 2 : 2 : 1,5 – 20 Ом; 3 : 2 : 1,5 – 20 Ом.

Промышленностью изготавливается один тип 48 типономиналов импульсных трансформаторов на магнитопроводах типа К из магнитомягкого феррита марки 100НН-1.

Таблица 6.11. **Группы импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ201 – ММТИ248**

Номер рисунка	Группа трансформатора по длительности импульса, мс								Коэффициент трансформации
	I $\tau_{и} = 20$	II $\tau_{н} = 25$	III $\tau_{н} = 30$	IV $\tau_{н} = 40$	V $\tau_{н} = 50$	VI $\tau_{н} = 60$	VII $\tau_{н} = 80$	VIII $\tau_{н} = 100$	
6.6, *а*	ММТИ201 ММТИ205 ММТИ209	ММТИ202 ММТИ206 ММТИ210	ММТИ203 ММТИ207 ММТИ211	ММТИ204 ММТИ208 ММТИ212	ММТИ225 ММТИ229 ММТИ233	ММТИ226 ММТИ230 ММТИ234	ММТИ227 ММТИ231 ММТИ235	ММТИ228 ММТИ232 ММТИ236	1 : 1 1,5 : 1 2 : 1
6.6, *г*	ММТИ213 ММТИ217 ММТИ221	ММТИ214 ММТИ218 ММТИ222	ММТИ215 ММТИ219 ММТИ223	ММТИ216 ММТИ220 ММТИ224	ММТИ237 ММТИ241 ММТИ245	ММТИ238 ММТИ242 ММТИ246	ММТИ239 ММТИ243 ММТИ247	ММТИ240 ММТИ244 ММТИ248	1 : 1 : 1 2 : 2 : 1,5 3 : 2 : 1,5

Таблица 6.12. **Электрические параметры импульсных трансформаторов типа ММТИ типономиналов ММТИ201 – ММТИ248 с ферритовыми магнитопроводами**

Номер группы трансформатора	Индуктивность первичной обмотки, мкГн, не менее	Индуктивность рассеяния первичной обмотки, мкГн, не более, при коэффициентах трансформации			Емкость между обмотками I и II, пФ, не более, при коэффициентах трансформации		
		1 : 1 1 : 1 : 1 2 : 2 : 1,5	1,5 : 1 3 : 2 : 1,5	2 : 1	1 : 1 1 : 1 : 1 2 : 2 : 1,5	1,5 1 3 : 2 . 1,5	2 : 1
I	2,7	0,25	0,5	0,8	10	10	10
II	4,6	0,38	0,7	0,9	12	12	10
III	7,5	0,4	1	1,2	16	14	12
IV	8	0,45	1,2	1,5	19	16	13
V	6	0,3	0,8	1	14	13	12
VI	12	0,35	1	1,2	18	16	14
VII	16	0,4	1,2	1,4	22	20	18
VIII	20	0,45	1,4	1,8	28	24	20

Таблица 6.13. **Справочные параметры трансформаторов импульсных типа ММТИ типономиналов ММТИ201 – ММТИ248 с ферритовыми магнитопроводами**

Номер группы трансформатора	Длительность импульса на первичной обмотке, нс	Затягивание фронта, нс, не более, при коэффициентах трансформации		Задержка импульса на уровне $0{,}5U_{н}$, нс, не более	Время восстановления на уровне $0{,}1U_{н}$, нс, не более	Ток намагничивания, мА, не более	Число витков первичной обмотки	Типоразмер магнитопровода
		1 : 1 1 : 1 : 1 2 : 2 : 1,5	1,5 : 1 2 : 1 3 : 2 : 1,5					
I	20	4	6		120	50	18	
II	25	5	8	1	150	40	24	К5×3×1
III	30	6	10		200	30	30	
IV	40	7	12		250	30	36	
V	50	5	10		300	50	18	
VI	60	7	15	2	350	30	24	К5×3×2
VII	80	10	20	2	450	30	30	К5×3×2
VIII	100	12	25		600	30	36	

Примечание. Для всех групп трансформаторов амплитуда импульса на первичной обмотке равна 6 В.

Условия эксплуатации импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ201 – ММТИ248

Температура окружающей среды	–60...+85 °С
Повышенная температура:	
рабочая	45 °С
предельная с учетом перегрева обмоток трансформатора, не более	85 °С
Пониженная температура:	
рабочая	–20 °С
предельная	–60 °С
транспортирования в упаковке или в составе аппаратуры	–60 °С
Смена температур (пятикратное циклическое воздействие)	–60...85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, не более	93 %
Пониженное атмосферное давление воздуха или другого неагрессивного газа, не менее	0,133 кПа (1 мм рт. ст.)
Повышенное атмосферное давление воздуха, не более	294 кПа (3 кгс/см^2)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...5000 Гц с ускорением, не более	40 g (392,4 м/с^2)
Многократные удары длительностью ударов 1...3 мс с ускорением, не более	150 g (1472 м/с^2)
Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением, не более	1000 g (9810 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	100 g (981 м/с^2)
Долговечность трансформаторов, залитых в микромодуль, не менее	5000 ч
Сохраняемость трансформаторов в упаковке или вмонтированных в аппаратуру при хранении при температуре 5...25 °С и относительной влажности до 80 %, не менее	12 лет
Срок службы	5 лет
Иней, роса, плесневые грибы . . .	У трансформаторов, залитых в микромодуль, работоспособность сохраняется

Трансформаторы импульсные в микромодульном исполнении типономиналов ММТИ301 – ММТИ364

Импульсные трансформаторы в микромодульном исполнении с магнитопроводами из пермаллоевых сплавов предназначены для работы в микромодулях РЭА широкого бытового и промышленного назначения. Трансформаторы изготавливают в виде микроэлементов, которые образуют I конструктивное исполнение, и в виде микромодулей – II конструктивное исполнение. В качестве магнитопроводов применяют тороидальные конструкции, рассмотренные во второй главе справочника.

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов I конструктивного исполнения и конструкция микромодулей II конструктивного исполнения импульсных трансформаторов показаны на рис. 6.4 и 6.5. Конструктивные размеры импульсных трансформаторов в микромодульном исполнении приведены в табл. 6.2. В состав трансформаторов I конструктивного исполнения входят типономиналы трансформаторов ММТИ301 – ММТИ316. Конструктивное исполнение II включает типономиналы импульсных трансформаторов ММТИ317 – ММТИ364.

Принципиальные электрические схемы импульсных трансформаторов показаны на рис. 6.6.

Группы импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ301 – ММТИ364, определяемые длительностью импульсов, приведены в табл. 6.14; основные электрические параметры и технические характеристики и справочные параметры импульсных трансформаторов ММТИ301 – ММТИ364 в табл. 6.15 и 6.16. В табл. 6.15 и 6.16 значения параметров даны при работе трансформаторов в режиме двуполярного перемагничивания. Длительность импульса равна длительности входиого импульса ± 10 %.

Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов определяется конкретными значениями климатических и механических факторов, и в первую очередь температурой окружающей среды. Сопротивление изоляции между первичной и каждой последующей обмотками и между вторичными обмотками в нормальных климатических условиях не менее 100 МОм. При воздействии повышенной рабочей температуры до 85 °С сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и магнитопроводом не менее 10 МОм. Пребывание импульсных трансформаторов в условиях повышенной относительной влажности воздуха (до 98 %) при температуре 35...40 °С в течение 10 суток снижает сопротивление изоляции обмоток до 3 МОм; в течение 30 суток – до 2 МОм; в течение 56 суток – до 1 МОм. Испытательное напряжение постоянного тока между обмотками при различных воздействующих факторах после заливки в микромодуль составляет 100 В. Изменение индуктивности первичной обмотки импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ301 – ММТИ364 при воздействии предельных значений механических и климатических факторов не превышает ± 20 %.

Условия эксплуатации импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ301 – ММТИ364

Температура окружающей среды	–60...+85 °С
Повышенная температура:	
рабочая	45 °С
предельная	60 °С
при перегреве обмоток трансформатора	45 °С
Пониженная температура:	
рабочая	–60 °С
предельная	–60 °С
транспортирования в упаковке	–60 °С
Смена температур (циклическое многократное воздействие)	–60...85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, не более	98 %
Пониженное атмосферное давление воздуха или давление другого неагрессивного газа, не менее	0,666 кПа (5 мм рт. ст.)
Повышенное атмосферное давление воздуха, не более	107 кПа (800 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...5000 Гц с ускорением, не более	40 g (392,4 м/с^2)
Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением, не более	150 g (1472 м/с^2)

Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением, не более . . . . 1000 g (9810 м/с²)

Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более 50 g (490,5 м/с²)

Долговечность трансформаторов, залитых в микромодуль, не менее 5000 ч

Вероятность безотказной работы трансформаторов в течение 1000 ч при достоверности 0,9 0,99

Гарантийный срок хранения трансформатора в упаковке поставщика, в ЗИП, а также вмонтированных в аппаратуру при температуре 20 °С и относительной влажности 80 % . . . . 12 лет

Срок службы трансформаторов . . 5 лет

Воздействие инея, росы или морского тумана . . . . У трансформаторов, залитых в микромодуль, работоспособность сохраняется

Таблица 6.14. **Группы импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ301 – ММТИ364**

Номер рисунка	Группа трансформатора по длительности импульса, мс								Коэффициент трансформации
	I $\tau_н = 20$	II $\tau_н = 25$	III $\tau_н = 30$	IV $\tau_н = 40$	V $\tau_н = 50$	VI $\tau_н = 63$	VII $\tau_н = 80$	VIII $\tau_н = 100$	
6.6,а; 6.6,в; 6.6,ж	ММТИ301	ММТИ302	ММТИ317	ММТИ318	ММТИ319	ММТИ320	ММТИ349	ММТИ350	1 : 1
	ММТИ303	ММТИ304	ММТИ321	ММТИ322	ММТИ323	ММТИ324	ММТИ351	ММТИ352	3 : 1
	ММТИ305	ММТИ306	ММТИ325	ММТИ326	ММТИ327	ММТИ328	ММТИ353	ММТИ354	5 : 1
6.6,г; 6.6,д	ММТИ307	ММТИ308	ММТИ329	ММТИ330	ММТИ331	ММТИ332	ММТИ355	ММТИ356	1 : 1 : 1
	ММТИ309	ММТИ310	ММТИ333	ММТИ334	ММТИ335	ММТИ336	ММТИ357	ММТИ358	3 : 3 : 1
	ММТИ311	ММТИ312	ММТИ337	ММТИ338	ММТИ339	ММТИ340	ММТИ350	ММТИ360	3 : 1 : 1
6.6,ж; 6.6,и	ММТИ313	ММТИ314	ММТИ341	ММТИ342	ММТИ343	ММТИ344	ММТИ361	ММТИ362	5 : 3 : 1
	ММТИ315	ММТИ316	ММТИ345	ММТИ346	ММТИ347	ММТИ363	ММТИ363	ММТИ364	5 : 3 : 3 : 1

Таблица 6.15. **Электрические параметры импульсных трансформаторов типономиналов ММТИ301 – ММТИ364**

Номер группы трансформатора	Длительность импульса на входе, мс	Амплитуда импульса обмотки, В	Частота повторения импульсов, кГц	Длительность фронта импульса на входе, мс, не более	Длительность среза импульса на входе, мс, не более	Ток намагничивания, мА, не более	Индуктивность рассеяния первичной обмотки, мкГн, не более
I	20	15	10	1	1	25	16
II	25	15	10	1	1	25	20
III	30	15	10	1	1	25	25
IV	40	15	5	1	1	25	30
V	50	15	3	1	1	25	35
VI	63	15	3	1	1	25	40
VII	80	15	3	1	1	25	45
VIII	100	15	3	1	1	25	50

Таблица 6.16. **Справочные параметры трансформаторов типа ММТИ типономиналов ММТИ301 – ММТИ364**

Номер группы трансформатора	Длительность фронта и среза импульса, мс, не более	Спад импульса, %, не более	Индуктивность первичной обмотки, мГн	Емкость между обмотками I и II, пФ, не более	Максимальный эффективный ток, мА	Максимально допустимое приращение индукции, Гс
I	2		10	180	34	8500
II	2,5		13	220	20	8300
III	3		16	180	34	7350
IV	4	15	20	250	34	7800
V	5		25	300	34	7100
VI	6		32	350	34	7600
VII	7		40	400	34	7600
VIII	8		50	500	34	7450

6.2. Трансформаторы импульсные типа ТИМ миниатюрные

Трансформаторы импульсные миниатюрные типа ТИМ с частотой импульса 0,3...100 кГц и амплитудой импульса до 20 В предназначены для работы в функциональных блоках и узлах радиоэлектронной, электронной и квазиэлектронной аппаратуры средств связи. Применяются трансформаторы в импульсных устройствах бытовой аппаратуры модульного исполнения с цифровой системой модуляции сигналов. Трансформаторы работают в импульсном режиме с длительностью импульсов 0,02...100 мс и токе намагничивания до 20 мА. Длительность фронта и среза импульса на вторичных обмотках при различных коэффициентах трансформации 0,04...2 мкс.

Промышленностью изготавливаются трансформаторы одного типа 257 типономиналов на тороидальных магнитопроводах типа К.

В зависимости от трансформируемой длительности импульса сигнала миниатюрные трансформаторы подразделяются на 12 групп, каждая из которых содержит трансформаторы с определенным числом обмоток и различными коэффициентами трансформации.

Импульсные миниатюрные трансформаторы изготавливают в защитном корпусе в виде стаканчика во влагозащищенном исполнении, пригодном для эксплуатации в макрорайонах с тропическим климатом. В зависимости от заданных условий эксплуатации трансформаторы изготовляют с учетом климатических, механических, биологических и других внешних воздействующих факторов. В обобщенной форме виды, значения и характеристики климатических и механических воздействующих факторов (в соответствии с требованиями ГОСТ 15150–69, ГОСТ 16962–71) приведены в первой главе справочника.

Миниатюрным трансформаторам присвоено сокращенное обозначение – ТИМ, где Т – трансформатор, И – импульсный, М – миниатюрный. При заказе трансформаторов и при разработке конструкторской документации применяется полное условное обозначение, которое состоит из слова "трансформатор", сокращенного обозначения типа трансформатора, условного порядкового номера разработки, обозначения тропического исполнения буквой Т и обозначения стандарта или ТУ, по которым производится приемка готовых трансформаторов у промышленности. Пример условного обозначения импульсного миниатюрного трансформатора с порядковым номером 55 тропического исполнения: трансформатор ТИМ55Т.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры импульсных миниатюрных трансформаторов показаны на рис. 6.7. Конструктивные размеры и масса трансформаторов приведены в табл. 6.17. Габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТИМ зависят от климатического исполнения, типоразмера магнитопровода и группы трансформатора.

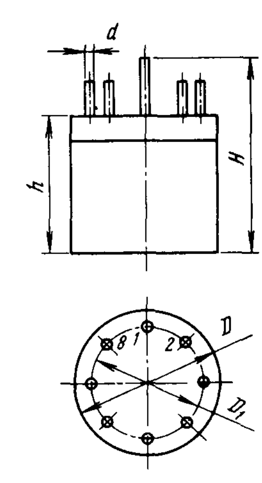


Рис. 6.7. Общий вид трансформатора импульсного миниатюрного типа ТИМ

Таблица 6.17. **Конструктивные размеры импульсных миниатюрных трансформаторов типа ТИМ**

Типономинал трансформатора	Группа	Номер рисунка	D, мм	D_1, мм	d, мм	H, мм	h, мм	Масса, г, не более
ТИМ1Т – ТИМ4Т ТИМ5Т – ТИМ13Т ТИМ14Т – ТИМ21Т	I	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	9,6	7	0,5	15,2	5,1	0,8
ТИМ22Т – ТИМ25Т ТИМ26Т – ТИМ34Т ТИМ35Т – ТИМ42Т	II	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	9,6	7	0,5	15,2	5,1	0,8
ТИМ43Т – ТИМ46Т ТИМ47Т – ТИМ55Т ТИМ56Т – ТИМ63Т	III	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	9,6	7	0,5	15,2	5,1	0,8
ТИМ64Т – ТИМ67Т ТИМ68Т – ТИМ76Т ТИМ77Т – ТИМ84Т	IV	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	9,6	7	0,5	15,7	6,5	1,2
ТИМ85Т – ТИМ88Т ТИМ89Т – ТИМ97Т ТИМ98Т – ТИМ105Т	V	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	9,6	7	0,5	15,7	6,5	1,2
ТИМ106Т – ТИМ114Т ТИМ115Т – ТИМ123Т ТИМ124Т – ТИМ131Т	VI	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	12,6	9,5	0,5	15,2	5,6	1,7

Типономинал трансформатора	Группа	Номер рисунка	D, мм	D_1, мм	d, мм	H, мм	h, мм	Масса, г, не более
ТИМ132Т – ТИМ135Т ТИМ136Т – ТИМ144Т ТИМ145Т – ТИМ152Т	VII	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	12,4	9,5	0,5	15,2	5,6	1,7
ТИМ153Т – ТИМ156Т ТИМ157Т – ТИМ165Т ТИМ166Т – ТИМ173Т	VIII	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	12,4	9,5	0,5	15,2	5,6	1,7
ТИМ174Т – ТИМ177Т ТИМ178Т – ТИМ186Т ТИМ187Т – ТИМ194Т	IX	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	12,4	9,5	0,5	16,8	7,2	2,2
ТИМ195Т – ТИМ198Т ТИМ199Т – ТИМ207Т ТИМ208Т – ТИМ215Т	X	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	15	12	0,6	19,3	8,7	4
ТИМ216Т – ТИМ219Т ТИМ220Т – ТИМ228Т ТИМ229Т – ТИМ236Т	XI	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	17,7	14,5	0,8	21,1 22 22	10,4 11,6 11,6	8
ТИМ237Т – ТИМ240Т ТИМ241Т – ТИМ249Т ТИМ250Т – ТИМ257Т	XII	6.8,*а* 6.8,*б* 6.8,*в*	17,7	14,5	0,8	21,1 23 23	10,4 11,6 11,6	8

Миниатюрные трансформаторы в зависимости от применяемого сердечника изготавливают в двух вариантах исполнения: вариант I – на ферритовых магнитопроводах с длительностью импульсов 0,02...0,5 мкс; вариант II исполнения – на пермаллоевых магнитопроводах с длительностью импульсов 0,5...100 мкс. Конструкция трансформаторов типа ТИМ закрытого варианта исполнения выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур – 60...+140 °C и воздействие механических нагрузок, причем изменение основных электрических параметров трансформаторов не превышает 10 % величин, измеренных до влияния всех внешних воздействующих факторов.

Трансформаторы унифицированы по конструкции и составляют параметрический ряд, в который входят 257 типономиналов. Они изготовляются в металлическом защитном корпусе и герметизированы. Конструкция трансформаторов разработана специально для установки на печатные платы. Печатный монтаж трансформаторов обеспечивается специальной цоколевкой, подобной цоколевке электровакуумных приборов. Выводы миниатюрных трансформаторов пропускают в отверстия печатной платы, подгибают вдоль печатных проводников на 2...3 мм и припаивают.

На корпусе трансформатора имеется метка первого вывода, а также ключ, которым является удлиненный на 2 мм первый вывод трансформатора. Отсчет ведется от первого вывода по часовой стрелке со стороны монтажа.

Конструкция миниатюрных трансформаторов на ферритовых магнитопроводах варианта I исполнения включает 84 типономинала трансформаторов, которые составляют два типоразмерных ряда. Конструкция варианта II исполнения на пермаллоевых магнитопроводах включает 173 типономинала, составляющих восемь конструктивных типоразмерных рядов. В свою очередь, вариант I исполнения включает в свой состав четыре группы трансформаторов, разделенных по длительности импульса. Вариант II исполнения включает восемь групп, определенных по этому же признаку.

Климатическое тропикоустойчивое исполнение трансформаторов обеспечивается нанесением защитного покрытия напылением.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды . . . . . −60...+85 °C
Повышенная температура:
- рабочая . . . . 85 °C
- предельная . . . . 85 °C
- при перегреве обмоток, не более . . . 45 °C

Пониженная температура:
- рабочая . . . . −40 °C
- предельная . . . . −60 °C
- транспортирования в упаковке . . . . −60 °C

Циклическое воздействие температур (пять циклов) . . . . −60 и 100 °C

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °C . . . . 98 %

Пониженное атмосферное давление воздуха или давление другого неагрессивного газа, не более . . . . 0,666 кПа (5 мм рт. ст.)

Повышенное атмосферное давление воздуха, не выше . . . . 294 кПа (3 кгс/см²)

Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...5000 Гц с ускорением, не более . . . . 30 g (294,3 м/с²)

Многократные удары длительностью 1...3 мс с ускорением, не более . . . . . 150 g (1472 м/с²)

Одиночные удары длительностью 0,2...1 мс с ускорением, не более . . . . . 1000 g (9810 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более . . . . 150 g (1472 м/с^2)
Срок службы . . . . 10 000 ч
Сохраняемость в упаковке, ЗИП, а также вмонтированных в аппаратуру или при хранении при температуре 5...20 °С и относительной влажности до 98 % . . . . 12 лет
Долговечность при эксплуатации в нормальных условиях . . . . 10 000 ч

Основные параметры. Основные электрические параметры и технические характеристики импульсных миниатюрных трансформаторов типа ТИМ и справочные параметры приведены в табл. 6.18 и 6.19. Принципиальные электрические схемы импульсных трансформаторов показаны на рис. 6.8.

Импульсные миниатюрные трансформаторы типа ТИМ различаются по длительности импульса. В табл. 6.20 приведены группы трансформаторов и соответствующие им коэффициенты трансформации. Длительность импульсов выбирается из следующего ряда: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100 мкс.

Таблица 6.18. **Электрические параметры импульсных миниатюрных трансформаторов типа ТИМ**

Номер группы трансформатора	Длительность импульса, мкс	Амплитуда импульса, В	Частота импульса, кГц	Ток намагничивания, мА	Индуктивность рассеяния при отношениях числа витков обмотки I к числу витков каждой из обмоток II, мкГн, не более				
					1:1	3:2 5:3	2:1	3:1 5:2	5:1
I	0,02	10	100	15	0,3	0,7	1	2	5
II	0,05	10	100	15	0,4	1	1,5	3	5,5
III	0,1	10	100	15	0,45	1,2	1,8	3,5	6
IV	0,2	10	100	15	0,6	1,5	2	4	8
V	0,5	10	100	15	0,7	2	2,5	5	12
VI	1	15	30	20	2	4	5	8	15
VII	2	15	20	20	4	6	8	10	20
VIII	5	15	6	20	6	8	10	15	30
IX	10	15	3	20	8	10	12	20	40
X	20	15	2	20	12	15	20	30	50
XI	50	15	0,6	20	15	25	30	50	80
XII	100	15	0,3	20	20	40	60	90	150

Таблица 6.20. **Группы импульсных миниатюрных трансформаторов типа ТИМ**

Номер рисунка	Группы трансформаторов по длительности					
	I $\tau_н = 0{,}02$	II $\tau_н = 0{,}05$	III $\tau_н = 0{,}1$	IV $\tau_н = 0{,}2$	V $\tau_н = 0{,}5$	VI $\tau_н = 1$
6.8,*а*	ТИМ1Т	ТИМ22Т	ТИМ43Т	ТИМ64Т	ТИМ85Т	ТИМ111Т
	ТИМ2Т	ТИМ23Т	ТИМ44Т	ТИМ65Т	ТИМ86Т	ТИМ112Т
	ТИМ3Т	ТИМ24Т	ТИМ45Т	ТИМ66Т	ТИМ87Т	ТИМ113Т
	ТИМ4Т	ТИМ25Т	ТИМ46Т	ТИМ67Т	ТИМ88Т	ТИМ114Т
6.8,*б*	ТИМ5Т	ТИМ26Т	ТИМ47Т	ТИМ68Т	ТИМ89Т	ТИМ115Т
	ТИМ6Т	ТИМ27Т	ТИМ48Т	ТИМ69Т	ТИМ90Т	ТИМ116Т
	ТИМ7Т	ТИМ28Т	ТИМ49Т	ТИМ70Т	ТИМ91Т	ТИМ117Т
	ТИМ8Т	ТИМ29Т	ТИМ50Т	ТИМ71Т	ТИМ92Т	ТИМ118Т
	ТИМ9Т	ТИМ30Т	ТИМ51Т	ТИМ72Т	ТИМ93Т	ТИМ119Т
	ТИМ10Т	ТИМ31Т	ТИМ52Т	ТИМ73Т	ТИМ94Т	ТИМ120Т
	ТИМ11Т	ТИМ32Т	ТИМ53Т	ТИМ74Т	ТИМ95Т	ТИМ121Т
	ТИМ12Т	ТИМ33Т	ТИМ54Т	ТИМ75Т	ТИМ96Т	ТИМ122Т
	ТИМ13Т	ТИМ34Т	ТИМ55Т	ТИМ76Т	ТИМ97Т	ТИМ123Т
6.8,*в*	ТИМ14Т	ТИМ35Т	ТИМ56Т	ТИМ77Т	ТИМ98Т	ТИМ124Т
	ТИМ15Т	ТИМ36Т	ТИМ57Т	ТИМ78Т	ТИМ99Т	ТИМ125Т
	ТИМ16Т	ТИМ37Т	ТИМ58Т	ТИМ79Т	ТИМ100Т	ТИМ126Т
	ТИМ17Т	ТИМ38Т	ТИМ59Т	ТИМ80Т	ТИМ101Т	ТИМ127Т
	ТИМ18Т	ТИМ39Т	ТИМ60Т	ТИМ81Т	ТИМ102Т	ТИМ128Т
	ТИМ19Т	ТИМ40Т	ТИМ61Т	ТИМ82Т	ТИМ103Т	ТИМ129Т
	ТИМ20Т	ТИМ41Т	ТИМ62Т	ТИМ83Т	ТИМ104Т	ТИМ130Т
	ТИМ21Т	ТИМ42Т	ТИМ63Т	ТИМ84Т	ТИМ105Т	ТИМ131Т

Коэффициенты трансформации, указанные в табл. 6.20, рассчитаны с допускаемыми отклонениями, не превышающими ±10 %.

Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов типа ТИМ изменяется в зависимости от конкретных условий эксплуатации. Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и магнитопроводом в нормальных климатических условиях равно 100 МОм. При повышении температуры окружающей среды до предельно допустимых значений сопротивление изоляции обмоток снижается до 10 МОм. При низких температурах сопротивление изоляции, как правило, не измеряется. При длительном воздействии повышенной температуры сопротивление изоляции снижается до 3 МОм. При воздействии повышенной влажности воздуха 98 % при температуре 40 °С в течение 10 суток сопротивление изоляции равно 10 МОм. При выдержке трансформаторов в этих условиях в течение 56 суток сопротивление изоляции обмоток – не более 1 МОм.

Климатические и механические воздействующие факторы вызывают также изменение тока намагничивания, который для исполнения I трансформаторов равен 18 мА, а для исполнения II – 24 мА, т. е. увеличивается на 3...4 мА.

Испытательное напряжение постоянного тока в нормальных климатических условиях не превышает 250 В.

Гарантированные параметры длительности фронта и среза импульса на вторичных обмотках миниатюрных трансформаторов типа ТИМ приведены в табл. 6.21.

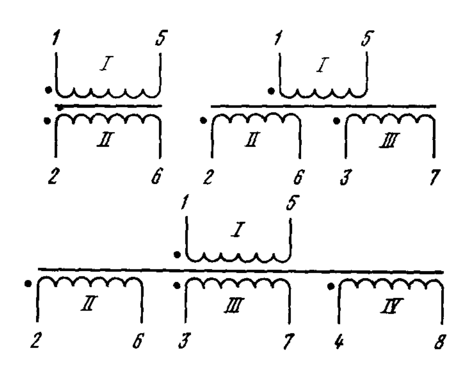


Рис. 6.8. Принципиальные электрические схемы импульсных миниатюрных трансформаторов типа ТИМ: двухобмоточных (*а*), трехобмоточных (*б*); четырехобмоточных (*в*)

Таблица 6.19. **Справочные параметры импульсных миниатюрных трансформаторов типа ТИМ**

Номер группы трансформатора	Индуктивность обмотки I, мкГн	Емкость между обмотками, I и II, при отношении числа витков, пФ, не более					Обратный выброс среза на вторичных обмотках, В, не более
		1:1	3:2 5:3	2:1	3:1 5:2	5:1	
I	0,012	18	12	10	8	6	10
II	0,03	20	15	12	10	8	10
III	0,06	28	20	18	15	12	10
IV	0,12	40	25	22	20	15	10
V	0,3	60	35	30	25	20	10
VI	0,75	80	50	45	35	25	15
VII	1,5	100	70	50	40	30	15
VIII	3,5	140	90	80	50	40	15
IX	7,5	180	130	110	85	55	15
X	15	300	180	150	120	70	15
XI	35	450	300	250	200	100	15
XII	75	800	400	350	250	150	15

Примечание. Спад импульса на вторичных обмотках не более 10 %.

импульса, мкс						Коэффициент трансформации
VII $\tau_{н} = 2$	VIII $\tau_{н} = 5$	IX $\tau_{н} = 10$	X $\tau_{и} = 20$	XI $\tau_{н} = 50$	XII $\tau_{н} = 100$	
ТИМ132Т	ТИМ153Т	ТИМ174Т	ТИМ195Т	ТИМ216Т	ТИМ237Т	1 : 1
ТИМ133Т	ТИМ154Т	ТИМ175Т	ТИМ196Т	ТИМ217Т	ТИМ238Т	2 : 1
ТИМ134Т	ТИМ155Т	ТИМ176Т	ТИМ197Т	ТИМ218Т	ТИМ239Т	3 : 1
ТИМ135Т	ТИМ156Т	ТИМ177Т	ТИМ198Т	ТИМ219Т	ТИМ240Т	5 : 1
ТИМ136Т	ТИМ157Т	ТИМ178Т	ТИМ199Т	ТИМ220Т	ТИМ241Т	1 : 1 : 1
ТИМ137Т	ТИМ158Т	ТИМ179Т	ТИМ200Т	ТИМ221Т	ТИМ242Т	2 : 1 : 1
ТИМ138Т	ТИМ159Т	ТИМ180Т	ТИМ201Т	ТИМ222Т	ТИМ243Т	3 : 1 : 1
ТИМ139Т	ТИМ160Т	ТИМ181Т	ТИМ202Т	ТИМ223Т	ТИМ244Т	5 : 1 : 1
ТИМ140Т	ТИМ161Т	ТИМ182Т	ТИМ203Т	ТИМ224Т	ТИМ245Т	2 : 2 : 1
ТИМ141Т	ТИМ162Т	ТИМ183Т	ТИМ204Т	ТИМ225Т	ТИМ246Т	3 : 3 : 1
ТИМ142Т	ТИМ163Т	ТИМ184Т	ТИМ205Т	ТИМ226Т	ТИМ247Т	5 : 5 : 1
ТИМ143Т	ТИМ164Т	ТИМ185Т	ТИМ206Т	ТИМ227Т	ТИМ248Т	3 : 2 : 1
ТИМ144Т	ТИМ165Т	ТИМ186Т	ТИМ207Т	ТИМ228Т	ТИМ249Т	5 : 2 : 1
ТИМ145Т	ТИМ166Т	ТИМ187Т	ТИМ208Т	ТИМ229Т	ТИМ250Т	1 : 1 : 1 : 1
ТИМ146Т	ТИМ167Т	ТИМ188Т	ТИМ209Т	ТИМ230Т	ТИМ251Т	2 : 2 : 1 : 1
ТИМ147Т	ТИМ168Т	ТИМ189Т	ТИМ210Т	ТИМ231Т	ТИМ252Т	3 : 1 : 1 : 1
ТИМ148Т	ТИМ169Т	ТИМ190Т	ТИМ211Т	ТИМ232Т	ТИМ253Т	3 : 3 : 3 : 1
ТИМ149Т	ТИМ170Т	ТИМ191Т	ТИМ212Т	ТИМ233Т	ТИМ254Т	3 : 3 : 1 : 1
ТИМ150Т	ТИМ171Т	ТИМ192Т	ТИМ213Т	ТИМ234Т	ТИМ255Т	5 : 2 : 2 : 1
ТИМ151Т	ТИМ172Т	ТИМ193Т	ТИМ214Т	ТИМ235Т	ТИМ256Т	5 : 3 : 3 : 1
ТИМ152Т	ТИМ173Т	ТИМ194Т	ТИМ215Т	ТИМ236Т	ТИМ257Т	5 : 3 : 3 : 2

Таблица 6.21. **Гарантируемые параметры импульсных миниатюрных трансформаторов типа ТИМ**

Номер группы трансформатора	Длительность фронта импульса на вторичных обмотках при соотношении числа витков, мкс, не более					Длительность среза импульса на вторичных обмотках при отношении числа витков, мкс, не более				
	1:1	3:2 5:3	2:1	3:1 5:2	5:1	1:1	3:2 5:3	2:1	3:1 5:1	5:1
I	0,004	0,006	0,008	0,01	0,02	0,004	0,006	0,008	0,01	0,02
II	0,006	0,008	0,01	0,015	0,02	0,005	0,008	0,01	0,015	0,02
III	0,012	0,015	0,02	0,02	0,03	0,012	0,018	0,02	0,025	0,03
IV	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035
V	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,02	0,025	0,03	0,04	0,04
VI	0,04	0,05	0,08	0,1	0,15	0,04	0,05	0,08	0,15	0,15
VII	0,05	0,06	0,08	0,1	0,15	0,05	0,06	0,15	0,2	0,2
VIII	0,1	0,12	0,12	0,15	0,25	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
IX	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XI	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
XII	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

6.3. Трансформаторы импульсные типа ТИ

Импульсные трансформаторы типа ТИ с рабочим напряжением до 50 В, длительностью импульсов 0,5... 2000 мкс и скважностью не менее 2 предназначены для работы в импульсных устройств РЭА бытового и промышленного назначения. Применяются трансформаторы в функциональных узлах аппаратуры с цифровой системой модуляции сигналов. Длительность фронта выходного импульса не превышает 2 мкс.

Промышленностью изготавливается один тип трансформатора 350 типономиналов на тороидальных магнитопроводах из магнитомягких ферритов и пермаллоевых сплавов. В зависимости от трансформируемой длительности импульса сигнала импульсные трансформаторы типа ТИ подразделяются на 14 групп, каждая из которых содержит трансформаторы с одной, двумя и тремя вторичными обмотками.

Изготавливают импульсные трансформаторы в защитном металлическом корпусе в виде стаканчика во влагозащищенном исполнении, что позволяет их эксплуатацию во всех макроклиматических районах. В зависимости от заданных условий эксплуатации трансформаторы изготавливаются с учетом различных внешних воздействующих факторов: климатических, механических, биологических и др. В обобщенной форме виды и характеристики климатических и механических воздействующих факторов рассмотрены в первой главе справочника. Виды и нормируемые параметры внешних воздействующих факторов соответствуют требованиям ГОСТ 15150-69 (переиздан в 1989 г.) и ГОСТ 16962-71. Виды климатических исполнений и категорий изделий приведены в табл. 1.44. Состав групп РЭА, в которой применяются трансформаторы и категории их размещения, приведены в табл. 1.45 и 1.46; виды механических воздействующих факторов и значения их характеристик – в табл. 1.53 и 1.54; рабочие значения относительной влажности окружающего воздуха и их сочетания с рабочей температурой – в табл. 1.50 и 1.52.

Малогабаритным импульсным трансформаторам присвоено сокращенное обозначение – ТИ, где Т – трансформатор, И – импульсный. При заказе трансформаторов и при разработке конструкторской и технологической документации применяется полное условное обозначение, состоящее из слова "трансформатор", сокращенного обозначения типа трансформатора, условного порядкового номера его разработки, обозначения климатического исполнения (для всеклиматического исполнения применяется буква В), обозначения стандарта или ТУ, по которым производится приемка и поставка готовых трансформаторов промышленностью. Пример условного обозначения импульсного трансформатора типа ТИ с порядковым номером типономинала 55, залитого в корпус без крепежной втулки, всеклиматического исполнения: трансформатор ТИ55М-В.

Конструкция и размеры. Общий вид, габаритные и установочные размеры малогабаритных импульсных трансформаторов типа ТИ показаны на рис. 6.9. Конструктивные размеры и масса трансформаторов приведены в табл. 6.22. Габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТИ зависят от применяемого магнитопровода климатического исполнения и группы трансформатора.

Импульсные малогабаритные трансформаторы типа ТИ в зависимости от применяемого магнитопровода изготавливают в двух конструктивных исполнениях: первое – для печатного монтажа с креплением распайкой выводов без дополнительного крепления (рис. 6.9, *а*) и второе исполнение – с дополнительным креплением винтом в центре трансформатора (рис. 6.9, *б*).

Конструкция трансформаторов типа ТИ герметизированного варианта исполнения выдерживает без обрывов в

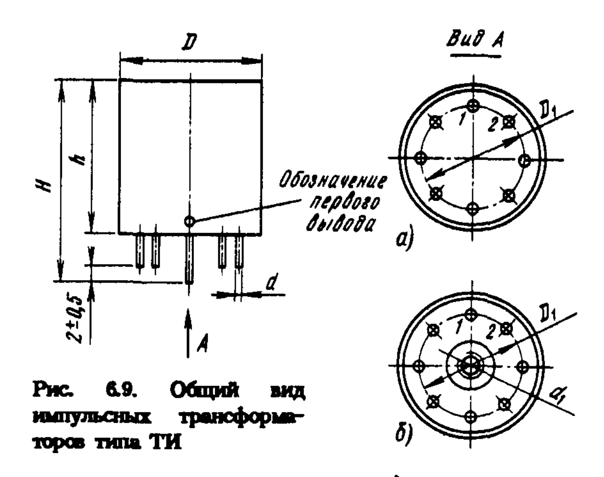


Рис. 6.9. Общий вид импульсных трансформаторов типа ТИ

обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур −60 и +100 °С и воздействие механических нагрузок. При этом изменение основных электрических параметров находится в пределах ±10 % величин, измеренных до влияния указанных выше внешних воздействующих факторов.

Импульсные трансформаторы унифицированы по конструкции и составляют параметрический ряд, в который входят 350 типономиналов трансформаторов, условно

Таблица 6.22. **Конструктивные размеры импульсных трансформаторов типа ТИ**

Типономинал трансформатора	Номер рисунка	D, мм	D_1, мм	d, мм	H, мм	h, мм	Масса, г, не более
ТИ1 – ТИ6 ТИ7 – ТИ16 ТИ17 – ТИ25	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*	10,6	5	0,6	18,8	8,8	2
ТИ26 – ТИ31 ТИ32 – ТИ41 ТИ42 – ТИ50	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*				20,3	10,3	2,5
ТИ51 – ТИ56 ТИ57 – ТИ66 ТИ67 – ТИ75	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*	12,6	7,5	0,8	19,8	9,8	2,5
ТИ76 – ТИ81 ТИ82 – ТИ91 ТИ92 – ТИ100	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*				22	12	4
ТИ101 – ТИ106 ТИ107 – ТИ116 ТИ117 – ТИ125	6.10,а 6.10,*б* 6.20,*в*	15,3	7,5	0,8	23,5	13,5	7
ТИ126 – ТИ131 ТИ132 – ТИ141 ТИ142 – ТИ150	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*				26,5	16,5	10
ТИ151 – ТИ156 ТИ157 – ТИ166 ТИ167 – ТИ175	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*	17,6	10	0,8	25	15	11
ТИ176 – ТИ181 ТИ182 – ТИ191 ТИ192 – ТИ200	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*				29	19	20
ТИ201 – ТИ206 ТИ207 – ТИ216 ТИ217 – ТИ225	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*	21,9	15	1	32,5	20,5	25
ТИ226 – ТИ231 ТИ232 – ТИ241 ТИ242 – ТИ250	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*				34,5	22,5	30
ТИ251 – ТИ256 ТИ257 – ТИ266 ТИ267 – ТИ275	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*	26,8	20	1	35,7	23,7	35
ТИ276 – ТИ281 ТИ282 – ТИ291 ТИ292 – ТИ300	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*				41,7	29,7	65
ТИ301 – ТИ306 ТИ307 – ТИ316 ТИ317 – ТИ325	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*	31,3	25	1	37,8	25,8	65
ТИ326 – ТИ331 ТИ332 – ТИ341 ТИ342 – ТИ350	6.10,*а* 6.10,*б* 6.10,*в*				41,8	29,8	75

разделенный на две части: в первую часть входят типономиналы ТИ1 – ТИ200; во вторую – ТИ201 – ТИ350.

Трансформаторы изготавливают в металлическом защитном корпусе и заливают герметизирующим составом. Конструкция трансформаторов разработана специально для монтажа на печатных платах. Печатный монтаж обеспечивается специальной цоколевкой, подобной цоколевке электровакуумных приборов. Выводы малогабаритных трансформаторов типа ТИ пропускают через отверстия печатной платы, подгибают вдоль печатных проводников на 1,5...3 мм и припаивают припоем ПОС-61. Пайку выводов производят паяльником мощностью не более 60 В·А в течение 5 с.

На корпусе трансформатора имеется метка первого вывода, а также ключ, которым служит удлиненный на 2 мм первый вывод трансформатора. Отсчет ведется от первого вывода по часовой стрелке со стороны монтажа.

Конструкция малогабаритных импульсных трансформаторов типа ТИ первого варианта исполнения на пермаллоевых магнитопроводах включает 200 типономиналов, которые составляют четыре конструктивных ряда. Конструкция второго варианта исполнения включает 150 типономиналов, составляющих три конструктивных ряда.

Условия эксплуатации трансформаторов типа ТИ

Температура окружающей среды . . . −60...+100 °С
Повышенная температура:
рабочая . . . . 85 °С
предельная с учетом перегрева обмоток трансформатора . . . . 100 °С
при перегреве обмоток . . . . . 55 °С
Пониженная температура:
рабочая . . . . −60 °С
предельная . . . . −60 °С
транспортирования в упаковке −60 °С
Смена температур (многократное циклическое воздействие) . . . . . −60...+100 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 35 °С, не более . . . . 98 %
Пониженное атмосферное давление воздуха, не ниже . . . . 0,666 кПа (5 мм рт. ст.)
Повышенное давление воздуха или давление другого неагрессивного газа, не выше . . . . 294 кПа (3 кгс/см^2)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...5000 Гц с ускорением, не более . . . . 40 g (392,4 м/с^2)
Многократные ударные нагрузки длительностью 1...3 мс с ускорением, не более . . . . 150 g (1472 м/с^2)
Одиночные ударные нагрузки длительностью 0,2...1 мс с ускорением, не более . . . . 1000 g (9810 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более . . 150 g (1472 м/с^2)
Срок службы . . . . 10 000 ч
Сохраняемость в упаковке, в ЗИП, а также вмонтированных в аппаратуру или при хранении при температуре 5...20 °С и относительной влажности воздуха до 98 % . . . . 12 лет
Минимальная наработка . . . . 10 000 ч

Основные параметры. Основные электрические параметры, технические характеристики и справочные параметры малогабаритных импульсных трансформаторов типа ТИ приведены в табл. 6.23 и 6.24. Принципиальные электрические схемы импульсных трансформаторов представлены на рис. 6.10.

Импульсные малогабаритные трансформаторы типа ТИ различаются по длительности импульса. В табл. 6.25 приведены группы трансформаторов типа ТИ по значениям произведений длительности импульса на его амплитуду. Длительность импульсов выбирается из следующего ряда:

0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100 мкс.

Таблица 6.23. **Электрические параметры импульсных трансформаторов типа ТИ**

Типономинал трансформатора	Длительность фронта импульса, мкс	Длительность среза импульса, мкс	Частота повторения импульса, кГц	Длительность импульса, мкс	Длительность фронта импульса, мкс	Длительность среза импульса, мкс
	на входе			на нагрузке		
ТИ1 – ТИ25	0,08	0,08	30	0,5	0,1	0,1
ТИ26 – ТИ50	0,08	0,08	30	0,5	0,1	0,1
ТИ51 – ТИ75	0,08	0,08	100	0,5	0,12	0,12
ТИ76 – ТИ100	0,08	0,08	100	1	0,15	0,15
ТИ101 – ТИ125	0,1	0,1	50	2	0,2	0,2
ТИ126 – ТИ150	0,1	0,1	30	3	0,25	0,25
ТИ151 – ТИ175	0,12	0,12	20	5	0,3	0,3
ТИ176 – ТИ200	0,15	0,15	10	10	0,8	0,8
ТИ201 – ТИ225	0,2	0,2	6	16	0,8	0,8
ТИ226 – ТИ250	0,25	0,25	5	20	1,2	1,2
ТИ251 – ТИ275	0,8	1	2,5	40	1,5	2
ТИ276 – ТИ300	1	2	2	60	1,5	3
ТИ301 – ТИ325	1,2	2	1	80	1,8	3,5
ТИ326 – ТИ350	1,5	2,5	1	100	2	4

Таблица 6.24. **Справочные параметры импульсных трансформаторов типа ТИ**

Типономинал трансформатора	Максимальное произведение длительности импульса на входное напряжение, мкс·В	Индуктивность первичной обмотки, мГн	Индуктивность рассеяния, мГн, при коэффициенте трансформации		Емкость между обмотками трансформатора, пФ, при коэффициенте трансформации		Приращение индукции в магнитопроводе трансформатора, Тл
			1	0,2	1	0,2	
ТИ1 – ТИ25	10	0,3	0,7	10	30	15	0,089
ТИ26 – ТИ50	10	0,3	1	13	60	30	0,089
ТИ51 – ТИ75	10	0,5	1,5	20	100	50	0,089
ТИ76 – ТИ100	30	1	2	25	130	65	0,089
ТИ101 – ТИ125	60	2	2,5	65	180	90	0,103
ТИ126 – ТИ150	90	3	2,8	70	220	110	0,12
ТИ151 – ТИ175	150	5	3	80	250	125	0,12
ТИ176 – ТИ200	300	10	5	100	300	150	0,12
ТИ201 – ТИ225	480	16	8	150	500	250	0,134
ТИ226 – ТИ250	600	20	10	180	700	350	0,134
ТИ251 – ТИ275	1200	40	15	200	1000	500	0,13
ТИ276 – ТИ300	1800	60	20	220	1500	750	0,123
ТИ301 – ТИ325	2400	80	25	240	1600	900	0,137
ТИ326 – ТИ350	3000	100	30	250	2000	1000	0,14

Коэффициенты трансформации импульсных трансформаторов рассчитаны с допускаемыми отклонениями, не превышающими ±10 %.

Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов типа ТИ изменяется в зависимости от конкретных условий эксплуатации. Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и магнитопроводом в нормальных климатических условиях равно 100 МОм. При повышении температуры окружающей среды до предельно допустимых значений сопротивление изоляции обмоток снижается до 10 МОм. При низких температурах сопротивление изоляции, как правило, не измеряется. При длительном воздействии повышенной температуры и влажности окружающей среды до 98 % сопротивление изоляции снижается до 3 МОм. При воздействии повышенной влажности при температуре 35 °С в течение 10 суток сопротивление изоляции равно 10 МОм. При выдержке трансформаторов в этих условиях в течение 56 суток сопротивление изоляции обмоток не более 1 МОм.

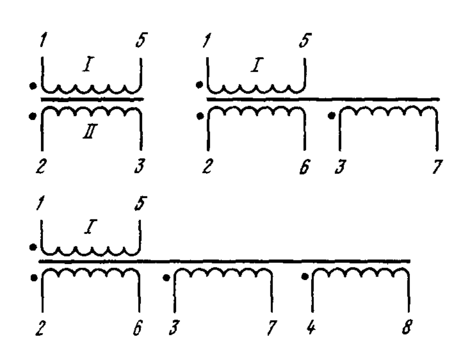


Рис. 6.10. Принципиальные электрические схемы импульсных трансформаторов типа ТИ: двухобмоточных (*а*); трехобмоточных (*б*); четырехобмоточных (*в*)

Дополнительные технические параметры трансформаторов типа ТИ

Ток намагничивания:
- для ТИ1 – ТИ25 .... 80 мА
- для ТИ26 – ТИ50 .... 60 мА
- для ТИ51 – ТИ350 .... 30 мА

Амплитуда импульса:
- для ТИ1 – ТИ75 .... 20 В
- для ТИ76 – ТИ350 .... 30 В

Спад импульса .... 10 %

Максимальный ток в обмотках трансформаторов:
- ТИ1 – ТИ16, ТИ26 – ТИ41, ТИ51 – ТИ56, ТИ76 – ТИ81 .... 100 мА
- ТИ57 – ТИ66, ТИ82 – ТИ91 .... 75 мА
- ТИ17 – ТИ25, ТИ42 – ТИ50, ТИ67–ТИ75, ТИ92 – ТИ100 .... 50 мА
- ТИ101 – ТИ350 .... 100 мА

Максимальное приращение индукции в магнитопроводе трансформатора при работе в режиме однополярных одиночных импульсов трансформаторов:
- ТИ1 – ТИ100 .... 0,1 Тл
- ТИ101 – ТИ125 .... 0,15 Тл
- ТИ126 – ТИ150 .... 0,2 Тл
- ТИ151 – ТИ200 .... 0,25 Тл
- ТИ201 – ТИ250 .... 0,3 Тл
- ТИ251 – ТИ350 .... 0,4 Тл

Максимальное рабочее напряжение, не более 50 В

Т а б л и ц а 6.25. **Группы трансформаторов импульсных типа ТИ**

Группы по значениям произведений длительности импульса на его амплитуду														Коэффициент трансформации			Нагрузка на обмотках, Ом		
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	1	2	3	I	II	III
ТИ1	ТИ26	ТИ51	ТИ76	ТИ101	ТИ126	ТИ151	ТИ176	ТИ201	ТИ226	ТИ251	ТИ276	ТИ301	ТИ326	1	–	–	100	–	–
ТИ2	ТИ27	ТИ52	ТИ77	ТИ102	ТИ127	ТИ152	ТИ177	ТИ202	ТИ227	ТИ252	ТИ277	ТИ302	ТИ327	0,5	–	–	27	–	–
ТИ3	ТИ28	ТИ53	ТИ78	ТИ103	ТИ128	ТИ153	ТИ178	ТИ203	ТИ228	ТИ253	ТИ278	ТИ303	ТИ328	0,33	–	–	12	–	–
ТИ4	ТИ29	ТИ54	ТИ79	ТИ104	ТИ129	ТИ154	ТИ179	ТИ204	ТИ229	ТИ254	ТИ279	ТИ304	ТИ329	0,2	–	–	12	–	–
ТИ5	ТИ30	ТИ55	ТИ80	ТИ105	ТИ130	ТИ155	ТИ180	ТИ205	ТИ230	ТИ255	ТИ280	ТИ305	ТИ330	0,4	–	–	16	–	–
ТИ6	ТИ31	ТИ56	ТИ81	ТИ106	ТИ131	ТИ156	ТИ181	ТИ206	ТИ231	ТИ256	ТИ281	ТИ306	ТИ331	0,6	–	–	36	–	–
ТИ7	ТИ32	ТИ57	ТИ82	ТИ107	ТИ132	ТИ157	ТИ182	ТИ207	ТИ232	ТИ257	ТИ282	ТИ307	ТИ332	1	1	–	200	200	–
ТИ8	ТИ33	ТИ58	ТИ83	ТИ108	ТИ133	ТИ158	ТИ183	ТИ208	ТИ233	ТИ258	ТИ283	ТИ308	ТИ333	0,5	0,5	–	51	51	–
ТИ9	ТИ34	ТИ59	ТИ84	ТИ109	ТИ134	ТИ159	ТИ184	ТИ209	ТИ234	ТИ259	ТИ284	ТИ309	ТИ334	1	0,5	–	200	51	–
ТИ10	ТИ35	ТИ60	ТИ85	ТИ110	ТИ135	ТИ160	ТИ185	ТИ210	ТИ235	ТИ260	ТИ285	ТИ310	ТИ335	0,33	0,33	–	22	22	–
ТИ11	ТИ36	ТИ61	ТИ86	ТИ111	ТИ136	ТИ161	ТИ186	ТИ211	ТИ236	ТИ261	ТИ286	ТИ311	ТИ336	0,67	0,33	–	91	22	–
ТИ12	ТИ37	ТИ62	ТИ87	ТИ112	ТИ137	ТИ162	ТИ187	ТИ212	ТИ237	ТИ262	ТИ287	ТИ312	ТИ337	1	0,33	–	200	22	–
ТИ13	ТИ38	ТИ63	ТИ88	ТИ113	ТИ138	ТИ163	ТИ188	ТИ213	ТИ238	ТИ263	ТИ288	ТИ313	ТИ338	0,2	0,2	–	12	12	–
ТИ14	ТИ39	ТИ64	ТИ89	ТИ114	ТИ139	ТИ164	ТИ189	ТИ214	ТИ239	ТИ264	ТИ289	ТИ314	ТИ339	0,4	0,2	–	33	12	–
ТИ15	ТИ40	ТИ65	ТИ90	ТИ115	ТИ140	ТИ165	ТИ190	ТИ215	ТИ240	ТИ265	ТИ290	ТИ315	ТИ340	0,6	0,2	–	75	12	–
ТИ16	ТИ41	ТИ66	ТИ91	ТИ116	ТИ141	ТИ166	ТИ191	ТИ216	ТИ241	ТИ266	ТИ291	ТИ316	ТИ341	1	0,2	–	200	12	–
ТИ17	ТИ42	ТИ67	ТИ92	ТИ117	ТИ142	ТИ167	ТИ192	ТИ217	ТИ242	ТИ267	ТИ292	ТИ317	ТИ342	1	1	1	300	300	300
ТИ18	ТИ43	ТИ68	ТИ93	ТИ118	ТИ143	ТИ168	ТИ193	ТИ218	ТИ243	ТИ268	ТИ293	ТИ318	ТИ343	1	0,5	0,5	300	75	75
ТИ19	ТИ44	ТИ69	ТИ94	ТИ119	ТИ144	ТИ169	ТИ194	ТИ219	ТИ244	ТИ269	ТИ294	ТИ319	ТИ344	0,33	0,33	0,33	33	33	33
ТИ20	ТИ45	ТИ70	ТИ95	ТИ120	ТИ145	ТИ170	ТИ195	ТИ220	ТИ245	ТИ270	ТИ295	ТИ320	ТИ345	1	0,33	0,33	300	33	33
ТИ21	ТИ46	ТИ71	ТИ96	ТИ121	ТИ146	ТИ171	ТИ196	ТИ221	ТИ246	ТИ271	ТИ296	ТИ321	ТИ346	1	1	0,33	300	300	33
ТИ22	ТИ47	ТИ72	ТИ97	ТИ122	ТИ147	ТИ172	ТИ197	ТИ222	ТИ247	ТИ272	ТИ297	ТИ322	ТИ347	0,4	0,4	0,2	51	51	12
ТИ23	ТИ48	ТИ73	ТИ98	ТИ123	ТИ148	ТИ173	ТИ198	ТИ223	ТИ248	ТИ273	ТИ298	ТИ323	ТИ348	0,6	0,6	0,2	110	110	12
ТИ24	ТИ49	ТИ74	ТИ99	ТИ124	ТИ149	ТИ174	ТИ199	ТИ224	ТИ249	ТИ274	ТИ299	ТИ324	ТИ349	0,6	0,6	0,9	110	110	51
ТИ25	ТИ50	ТИ75	ТИ100	ТИ125	ТИ150	ТИ175	ТИ200	ТИ225	ТИ250	ТИ275	ТИ300	ТИ325	ТИ350	1	0,4	0,4	300	51	51

ТРАНСФОРМАТОРЫ ПИТАНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ

7.1. Трансформаторы питания типа ТС

Маломощные силовые трансформаторы питания подавляющего большинства современных цветных и черно-белых телевизионных приемников работают в составе блоков или модулей питания, обеспечивая необходимым напряжением электрические цепи накала электровакуумных приборов, кинескопа, а также выпрямители и стабилизаторы устройств электропитания. Многообразие конструктивных и схемно-технических решений отдельных узлов и блоков телевизоров, находящихся в эксплуатации, обусловливает множество не только устройств электропитания, но в первую очередь типоразмеров трансформаторов питания. В технической литературе трансформаторы питания телевизионных приемников обозначаются как силовые трансформаторы и имеют в соответствии с этим сокращенное обозначение – ТС, где буквы Т и С обозначают "трансформатор силовой". Государственная система обозначений не предусматривает для бытовой РЭА подобных терминов и определений, ограничивая их термином "трансформаторы питания малой мощности". Учитывая, что на практике применяют различные обозначения трансформаторов питания, в настоящем справочнике сохранены эти обозначения как соответствующие сопроводительной конструкторской документации предприятий изготовителей.

Трансформаторы питания телевизоров имеют полное условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. Например, силовой трансформатор с номинальной мощностью 250 В·А второй конструктивной разработки обозначается: трансформатор ТС-250-2.

К недостаткам такого обозначения относятся: отсутствие обозначения применяемого магнитопровода, климатического исполнения и напряжения питания.

Трансформаторы питания, включенные в данную главу, дополняют ряды типоразмеров трансформаторов предыдущих глав, отличаются от них конструкцией, электрическими параметрами и условиями эксплуатации. Трансформаторы питания телевизоров рассчитаны на подключение к сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 и 237 В с частотой 50 Гц. Мощность трансформаторов 10...500 В·А.

Трансформаторы питания телевизоров ограничены максимальным эффективным выходным номинальным напряжением, которое не превышает 380 В. При этом изменение частоты сети питания в пределах ± 0,5 Гц.

В зависимости от требований к влагоустойчивости и температуре трансформаторы для телевизоров изготавливают в климатических исполнениях: для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом (УХЛ) категорий размещения 4.2 или 1.1 и для эксплуатации во всех макроклиматических районах на суше и на море, кроме макроклиматического района с очень холодным климатом (В), категорий размещения 4.2 или 1.1 по ГОСТ 15150-69.

Трансформаторы изготавливают с учетом различных внешних воздействующих факторов: климатических, механических, биологических и радиационных. Виды и характеристики механических и климатических воздействий рассмотрены в первой главе книги.

Общие технические требования к трансформаторам питания для бытовой РЭА, предназначенных для использования в телевизионных и радиовещательных приемниках, магнитофонах, видеомагнитофонах, электрофонах и другой аппаратуре, определены ГОСТ 14233-84Е. Трансформаторы, изготавливаемые для поставки на экспорт, соответствуют требованиям ГОСТ 23135-78.

В зависимости от места размещения при эксплуатации в воздушной среде трансформаторы изготавливают по категориям размещения, виды которых приведены в табл. 1.45.

Напряжения холостого хода и номинальные значения напряжения вторичных обмоток для вновь разрабатываемых и модернизируемых трансформаторов соответствуют ряду предпочтительных чисел R40 по ГОСТ 8032-84. Допустимые предельные отклонения напряжений (как симметричные, так и несимметричные) выбираются из следующего ряда: 2, 3, 5 %. Ток холостого хода не превышает значений, установаленных для конкретных типов.

Асимметрия обмоток или секций обмоток, включаемых в процессе работы параллельно или работающих по схеме со средней точкой, не превышает 3 % номинального значения напряжения обмотки или секции. Сопротивление изоляции между обмотками трансформаторов, каждой обмоткой и экраном, а также каждой обмоткой и магнитопроводом трансформаторов не менее 100 МОм. Для вновь разрабатываемых трансформаторов сопротивление изоляции между первичной и вторичной обмотками и между первичной обмоткой и магнитопроводом не менее 5 МОм: для всех типов трансформаторов климатического исполнения УХЛ при относительной влажности 93±2 % и температуре 30 °С; для климатического исполнения В при относительной влажности 93 (+2...−3) % при температуре (40±2) °С.

Электрическая прочность изоляции между первичной обмоткой трансформатора и всеми вторичными обмотками, первичной обмоткой и экраном, первичной обмоткой и магнитопроводом сохраняется при воздействии переменного напряжения частотой 50 Гц и до эффективного значения 2000 В. Электрическая прочность изоляции между вторичными обмотками трансформаторов для телевизионных приемников, каждой вторичной обмоткой и экраном, каждой вторичной обмоткой и магнитопроводом сохраняется при воздействии переменного напряжения частотой 50 Гц в соответствии с кривой, приведенной на рис. 7.1, но не менее 500 $В_{эфф}$. Конкретные значения напряжений

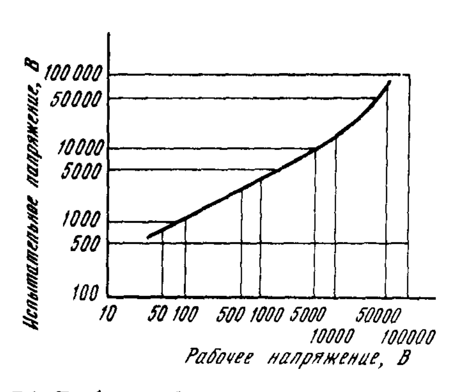


Рис. 7.1. График выбора испытательного напряжения для проверки электрической прочности изоляции

устанавливаются в конструкторской документации или в стандартах на конкретные типы, которые приводятся ниже. Электрическая прочность межвитковой и межслоевой изоляции обмоток трансформаторов сохраняется при воздействии напряжения с эффективным значением не менее чем в 2 раза большим напряжения холостого хода при частоте не менее 100 Гц.

Уровень акустического шума трансформаторов в режиме холостого хода при повышении напряжения сети на 6 % не должен превышать 38 дБА на расстоянии 0,25 м от наружного контура трансформатора.

В соответствии с требованиями ГОСТ 25467-82Е для трансформаторов бытовой РЭА установлены конкретные требования по стойкости к воздействию механических факторов, приведенные в табл. 7.1, а также к воздействию климатических факторов, приведенных в табл. 7.2. В технически обоснованных случаях устанавливаются другие значения повышенных рабочих температур, которые зависят также от конкретного назначения трансформатора.

Требования к надежности трансформаторов для бытовой РЭА установлены ГОСТ 25359-82. Интенсивность отказов, отнесенная к нормальным климатическим условиям эксплуатации, в электрических режимах, установленных в конструкторской документации на конкретные типы, в течение наработки не превышает значений, выбираемых из ряда: $3\cdot10^{-6}$, $2\cdot10^{-6}$ 1/ч при доверительной вероятности, равной 0,6. Значение наработки выбирается из ряда: 5000, 7500, 10 000 ч. 95 %-ный срок сохраняемости трансформаторов при хранении их в условиях, установленных ГОСТ 21493-76 равен шести годам с момента изготоаления.

Устойчивая работа трансформаторов питания телевизионных приемников обеспечивается правильным выбором условий эксплуатации. Большое значение имеет правильная распайка выводов, исключающая повреждение трансформаторов из-за перегрева и механических усилий. При пайке трансформаторов не должно быть затекания флюса и припоя на поверхность и внутрь трансформатора. При пайке применяется припой ПОС-61 по ГОСТ 21931-76. Температура припоя (270±10) °С, продолжительность пайки (2±0,5) с. К одному жесткому выводу припаивается

Таблица 7.1. **Стойкость трансформаторов к воздействию механических факторов**

Воздействующий фактор и его характеристика	Значение характеристики	Категория размещения
Вибрационные нагрузки (синусоидальная вибрация):		Трансформаторы категории размещения 1.1
диапазон частот	1...80 Гц	
амплитуда ускорения	5 g (49,1 м/с^2)	
Механический удар многократного действия:		Трансформаторы категорий размещения 1.1 и 4.2
длительность удара	2...15 мс	
пиковое ударное ускорение	15 g (147,2 м/с^2)	
Линейные (центробежные) нагрузки:		Трансформаторы категории размещения 1.1
амплитуда ускорения	10 g (98,1 м/с^2)	

Таблица 7.2. **Стойкость трансформаторов к воздействию климатических факторов**

Воздействующий фактор и его характеристика	Группа исполнения	Значение характеристики
Пониженная температура, °С:		
рабочая	УХЛ4.2, В4.0	+1
	УХЛ1.1, В1.1	-10
предельная	УХЛ4.2, В4.2	-60
	УХЛ1.1, В1.1	-60
Повышенная температура, °С:		
рабочая	УХЛ4.2	55
	УХЛ1.1	60
	В4.2, В1.1	70
предельная	УХЛ4.2, УХЛ1.1, В4.2, В1.1	60
Пониженное атмосферное давление рабочее, кПа, (мм рт. ст.)	УХЛ4.2, УХЛ1, В4.2, В1.1	70 (525)
Повышенная относительная влажность:		
при 25 °С, % степень жесткости I	УХЛ4.2	80
при 35 °С, % степень жесткости VII	В4.2	98
при 25 °С, % степень жесткости II	УХЛ1.1	98
при 35 °С, % степень жесткости XI	В1.1	98
Плесневые грибы	В4.2, В1.1	+

Примечание. В технически обоснованных случаях в зависимости от конкретного назначения трансформатора допускается устанавливать другие значения повышенных рабочих температур.

не более двух проводов, в том числе выводов подвесных электрорадиоэлементов. Перепайка выводов более трех раз не рекомендуется.

В аппаратуре и функциональных устройствах трансформаторы устанавливаются в местах, обеспечивающих их минимальный нагрев от имеющихся тепловыделяющих элементов, при условии их максимального охлаждения конвекцией воздуха. Во избежание недопустимого перегрева трансформаторов в предельном режиме работы первичные и вторичные обмотки и цепи защищают, как правило, плавкими вставками (предохранителями).

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды . . . . +1...+40 °С
Повышенная температура:
рабочая . . . . 40 °С
предельная с учетом перегрева обмоток трансформатора . . . . 85 °С
перегрева обмоток . . . . 70 °С
Пониженная температура:
рабочая . . . . +1 °С
предельная . . . . -20 °С
транспортирования в упаковке . . . . -60 °С

Смена температур (циклическое многократное воздействие) . . . . . −20...85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С . . . . 93 %
Пониженное атмосферное давление воздуха, не ниже . . . . 53,3 кПа (400 мм рт. ст.)
Повышенное атмосферное давление воздуха, не выше . . . . 107 кПа (800 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 1...2000 Гц с ускорением, не более . . . . 20 g (198,2 м/с^2)
Многократные удары:
- число ударов, не более 10 000
- частота ударов в минуту . . . . . 40...80
- с ускорением, не более . . . . . . 15 g (147,2 м/с^2)

Одиночные удары длительностью 2...6 мс с ускорением, не более . . 75 g (736 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более 10 g (98,1 м/с^2)
Гарантийный срок хранения . . . .6 лет
Гарантийный срок эксплуатации трансформаторов в нормальных климатических условиях . . . . . . 12 мес.

Трансформаторы питания в зависимости от конструктивного исполнения и модели телевизора работают как в составе блоков и модулей питания, так и в виде самостоятельной сборочной единицы. В первом случае трансформаторы являются составной частью блока или модуля и могут использоваться строго в данной конструкции определенной модели. В унифицированных схемах телевизоров такие блоки и модули имеют многократное повторение и в большинстве своем взаимозаменяемы. Во втором случае трансформаторы питания устанавливаются на шасси телевизора, имеют независимое крепление и электрическую связь с функциональными узлами телевизора. В ряде случаев трансформаторы питания совместно с переходными колодками и установочными деталями собираются в блоки трансформатора и также используются во втором варианте монтажа.

Перечень основных блоков питания и применяемые в них трансформаторы питания малой мощности телевизионных приемников черно-белого и цветного изображения приведены в табл. 7.3. В таблице приведены также основные типы импульсных трансформаторов типа ТПИ, используемых в модулях питания современных моделей телевизионных приемников. Использование импульсных трансформаторов питания обеспечивает повышение надежности, значительное улучшение массогабаритных характе-

Таблица 7.3. **Трансформаторы питания, используемые в телевизионных приемниках**

Наименование телевизора	Тип схемы телевизора	Блок питания	Блок трансформатора	Обозначение трансформатора	Типоразмер магнитопровода
"Горизонт-101"	ЛТП-65-1	У6	–	6-Тр1	Ш32×32
"Садко-305"	ЗУЛПТ-50-111	БП-6 (А-6)	–	6-Тр4	Ш30×60
"Садко-306"	ЗУЛПТ-50-Ш-1	БП-6	–	6-Ри4	Ш30×60
"Каскад-205"	УЛПТ-61-П-28	БП-6	6-ТР1	ТС-180-2	ПЛ21×45
"Березка-212"	УЛПТ-61-П-28	БП5-1	5-Тр1	ТС-180-2	ПЛ21×45
"Березка-215"	УЛПТ-61-П-28	БП5-1	5-Тр1	ТС-180-2	ПЛ21×45
"Таурас-211"	УЛПТ-61-П-28	БП	6-Тр1	ТС-180-2	ПЛ21×45
"Горизонт-206"	УЛПТ-61-П-28	БП6	6-Тр1	ТС-180-2	ПЛ21×45
"Темп-209"	ЛТП-61-П-2	БП6 П-5	–	ТС-200-2	ПЛ21×45
"Темп-209М"	ЛТП-61-П-3	БП6 П-5	–	ТС-220-2	ПЛ21×45
"Весна-215"	УПТ-61-П-2	БП-4	–	ТСА-70-1	ПЛ22×38
"Весна-215Д"	УПТ-61-П-1	БП-4	4Тр1	ТСА-70-1	ПЛ22×38
"Электрон-215"	УПТ-61-П-1	БП-4	–	ТСА-70-1	ПЛ22×38
"Электрон-215Д"	УПТ-61-П-2	БП-4	–	ТСА-70-1	ПЛ22×38
"Электрон-216"	УПТ-61-П-4	БП-4	4Тр1	ТСА-70-1	ПЛ22×38
"Электрон-216Д"	УПТ-61-П-3	БП-4	4Тр1	ТСА-70-1	ПЛ22×45
"Юность-401"	ПТ-31	БП	Тр7	ТС-10	УШ14×21
"Юность-401Д"	ПТ-31	БП	Тр7	ТС-10-1	Ш20×30
"Юность-402Д"	ПТ-31	БП	1Тр7	ТС-10	УШ14×21
"Юность-603"	ПТ-23-3	БП2	Тр1	ТС-14-2	УШ16×32
"Электроника ВЛ-100"	ПТ-16	БП1-1	Тр6	ТС-10-1	УШ14×21
"Горизонт-107"	УЛПТ-67-1-1	БП5 У2	1Тр1 7Тр1	ТС-180-2 ТС-31-1	ПЛ21×45
"Горизонт-108"	УЛПТ-67-1-2	БП5 У2	1Тр1	ТС-180-2	ПЛ21×45
"Шилялис-401"	ПТ-16-1У	БП	Тр1	ТС-14-2	УШ16×32
"Шилялис-401Д"	ПТ-16-1У	БП	Тр1	ТС-14-2	УШ16×32
"Шилялис-402Д"	2ПИТ-16-1У	БП	Тр1	ТС-20-2	Ш16×32
"Радуга-703"	УЛПЦТ-59-II-1				
"Радуга-703Д"	УЛПЦТ-II	БП У-5	Тр1	СТ-320	ПЛ28×50
"Ладога-203"	ЛТП-59-II-1	ПУ 7У	Тр7-1	ТС-200К	Ш25×40
"Ладога-204"	2ЛТП-59-II-1	БП	Тр504	ТС-200К	Ш25×40
"Ладога-205"	2ЛТП-61-II-2	П-5	5-Тр1	ТС-200К	Ш25×40
"Ладога-205Д"	2ЛТП-61-II-1	БП	4Тр1	ТС-200К	Ш25×40
"Старт-308"	УЛПТ-50-III-1	БП	4Тр1	ТСШ-160	Ш30×60

Наименование телевизора	Тип схемы телевизора	Блок питания	Блок транс-форматора	Обозначение трансформа-тора	Типоразмер магнитопро-вода
"Старт-310"	УЛПТ-50-III-1	БП У-4	4Тр1	ТСШ-160	Ш30×60
"Старт-6"	УЛПТ-47-III	БП У-6	6Тр4	ТСШ-170	Ш30×60
"Чайка-4"	УЛПТ-47-II-3	БП	Тр504	ТС-180	ПЛ21×45
"Чайка-202"	УЛПТ-59-II-3	БП	Тр504	ТС-180-2В	ПЛ21×45
"Крым-205"	УЛПТ-61-II-8	БП	Тр504	ТС-180-2	ПЛ21×45
"Крым-206"	УЛПТ-61-II-8	БП	Тр504	ТС-180-2	ПЛ21×45
"Крым-210"	УЛПТ-61-II-8	БП	Тр504	ТС-180-2	ПЛ21×45
"Чайка-205"	УЛПТ-61-II-8	БП У-4	Тр504	ТС-180-4	ПЛ21×45
"Рассвет-307"	УЛТ-40	БП А5	4Тр1	ТС-160	ПЛР21×40
"Кварц-306"	УЛТ-40	БП	Тр1	ТС-160	ПЛР21×40
"Янтарь Ц-355"	2УСЦТ-51-1	МП-3-2	–	ТПИ-3	Импульсный
"Янтарь Ц-355Д"	2УСЦТ-51-2	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	То же
"Горизонт Ц-355"	2УСЦТ-51-3	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	–"–
"Горизонт Ц-256"	2УСЦТ-61-3	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Горизонт Ц-355Д"	2УСЦТ-51-4	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	–"–
"Горизонт Ц-256Д"	2УСЦТ-61-4	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Горизонт Ц-356Д"	2УСЦТ-51-6	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	–"–
"Радуга Ц-259Д"	2УСЦТ-61-6	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Янтарь Ц-357Д"	2УСЦТ-51-8	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Горизонт Ц-257"	2УСЦТ-61-9	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Горизонт Ц-340Д"	2УСЦТ-51-10	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	–"–
"Горизонт Ц-261"	2УСЦТ-61-11	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Горизонт Ц-240"	2УСЦТ-61-13	МП-3	–	ТПИ-1	–"–
"Горизонт Ц-240Д"	2УСЦТ-61-14	МВП-1	–	ТПВ-1	–"–
"Электрон Ц-280Д"	3УСЦТ-61-1	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	–"–
"Электрон Ц-280"	3УСЦТ-61-2	МП-3-2	–	ТПИ-3-2	–"–
"Электрон Ц-280Д"	3УСЦТ-51-6	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	–"–
"Электрон Ц-380"	3УСЦТ-51-7	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	Типа К
"Электрон Ц-265Д"	3УСЦТ-67-9	МП-2	ПФП	ТПИ-3	То же
"Электрон Ц-267Д"	3УСЦТ-67-10	МП-2	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Электрон Ц-265Д"	3УСЦТ-67-11	МП-2	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Витязь Ц-281"	3УСЦТ-61-13	МП-3-2	ПФП	ТПИ-4-2	–"–
"Рубин Ц-281"	3УСЦТ-61-13	МП-3-2	ПФП	ТПИ-4-2	–"–
"Фотон Ц-381"	3УСЦТ-51-15	МП-3-2	ПФП	ТПИ-4-2	–"–
"Рубин Ц-381"	3УСЦТ-51-15	МП-3-2	ПФП	ТПИ-4-2	–"–
"Фотон Ц-381Д"	3УСЦТ-51-16	МП-3-2	ПФП	ТПИ-4-2	–"–
"Рубин Ц-381Д"	3УСЦТ-51-16	МП-3-2	ПФП	ТПИ-4-2	–"–
"Рубин Ц-266Д"	3УСЦТ-67-18	МП-2	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Темп Ц-275Д"	3УСЦТ-61-20	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Рекорд Ц-275"	3УСЦТ-61-21	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Таурас Ц-276Д"	3УСЦТ-61-22	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Фотон Ц-276Д"	3УСЦТ-61-22	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Темп Ц-275"	3УСЦТ-61-21	МП-1	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Электрон Ц-382"	3УСЦТ-51-26	МП-3-2	ПФП	ТПИ-4-2	–"–
"Электрон Ц-383Д"	3УСЦТ-51	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	Типа К
"Фотон Ц-384Д"	3УСЦТ-51	МП-3-2	–	ТПИ-4-2	То же
"Электрон Ц-282Д"	3УСЦТ-61-3	МП-2	ПФП	ТПИ-3	–"–
"Рекорд ВЦ-310"	4УПИЦТ-51-Ш-1	БПИ-УМ-1-1	–	ТПИ	–"–
"Рекорд ВЦ-310Д"	4УПИЦТ-51-Ш-2	БПИ	–	ТПИ	–"–
"Рекорд ВЦ-311"	4УПИЦТ-51-С-1	БПИ-2	–	ТПИ	–"–
"Рекорд ВЦ-311Д"	4УПИЦТ-51-С-2	БПИ-2	УМ	ТПИ	–"–
"Фотон Ц-220"	4УПИЦТ-61-С-1	БПИ-2	УМ	ТПИ	–"–
"Фотон Ц-220Д"	4УПИЦТ-61-С-2	БПИ-2	УМ	ТПИ	–"–
"Фотон Ц-320"	4УПИЦТ-51-С-5	БПИ-2	УМ	ТПИ	–"–
"Фотон Ц-320Д"	4УПИЦТ-51-С-6	БПИ-2	УМ	ТПИ	–"–
703Д – 707Д	УЛПЦТ-59-П	БП-1	БК-1	СТ-320	ПЛ
703 – 707	УЛПЦТ-59-П-1	БП-1 (БП-2)	БК-1 (БК-2)	СТ-320 (СТ-310)	ПЛ
710	УЛПЦТ-59-П-3	БП-2	БК-2	СТ-310	ПЛ
711	УЛПЦТ-59-П-11	БП-3	БК-3	ТС-270	ПЛ

Окончание табл. 7.3

Наименование телевизора	Тип схемы телевизора	Блок питания	Блок транс- форматора	Обозначение трансформа- тора	Типоразмер магнитопро- вода
712	УЛПЦТ-59-П-12	БП-3	БК-3	ТС-270-1	ПЛ
714	УЛПЦТ-61-П-11	БП-7	БК-3	ТС-270-2	ПЛ25×50-120
725	УЛПЦТ-61-П-14	БП-7	БК-5	ТС-270-2	ПЛ25×50
722	УЛПЦТ-61-П-15	БП-7	БК-4	ТС-270	ПЛ25×50
731	УЛПЦТ-61-П-21	БП-7	БК-4	ТС-270	ПЛ25×50
706Д	УЛПЦТИ-59-П-1	БП-2	БК-2	СТ-310	ПЛ
716Д	УЛПЦТИ-61-П-10	БП-7	БК-3	ТС-270-2	ПЛ25×50
716	УЛПЦТИ-61-П-11	БП-7	БК-3	ТС-270-1	ПЛ
719	УЛПЦТИ-61-П-12	БП-7	БК-4-1	ТС-270	ПЛ
723	УЛПЦТИ-61-П-13	БП-7	БК-4	ТС-270-1	ПЛ25×50
Ц201	УПИМЦТ-61-П	БП-11	БТ-11	ТС-250	ПЛ21×45
Ц230	УПИМЦТ-67-С-1	БП-13	БТ-11-1	ТС-250-1	ПЛ21×45
Ц202	УПИМЦТ-61-С-2	БП-11	БТ-11-1	ТС-250-2М	ПЛ21×45
Ц203	УПИМЦТ-61-С-3	БП-13	БТ-11	ТС-250-1	ПЛ21×45
Ц205	УПИМЦТ-61-С-5	БП-13	БТ-11	ТС-250-1	ПЛ21×45
Ц208	УПИМЦТ-61-С-1М	БП-15	БТ-12	ТС-250-2	ПЛ
Ц209	УСЦТ-В-61	БП-15	БТ-12	ТС-250-2	ПЛ
Ц209Д	УСЦТ-В-61	БП-15	БТ-12	ТС-250-2	ПЛ
Ц255	2УСЦТ-61-1	МП-1	-	ТПИ-3	Типа К

ристик и экономических показателей телевизоров. Импульсные трансформаторы имеют небольшие габаритные размеры и массу. Например, трансформатор питания телевизора ЗУСЦТ имеет габаритные размеры 55×50×40 и массу, не превышающую 0,25 кг.

Импульсные трансформаторы преобразовывают выпрямленное напряжение сети в высокочастотное импульсное напряжение прямоугольной формы с регулируемой частотой, трансформируют во вторичные цепи с последующим выпрямлением и стабилизацией. В импульсных блоках питания отсутствует традиционный силовой трансформатор малой мощности, вместо которого применены импульсные трансформаторы питания.

В зависимости от применяемых типов магнитопроводов трансформаторы питания телевизионной аппаратуры подразделяют на броневые, стержневые и кольцевые (тороидальные). Наибольшее распространение получили трансформаторы стержневой конструкции с двумя катушками. Кольцевые магнитопроводы изготавливают из магнитомягких ферритов и пермаллоевых сплавов и широко применяют в импульсных трансформаторах. Конструкция и основные параметры магнитопроводов рассмотрены во второй главе справочника.

Конструктивные размеры трансформаторов типа ТС приведены в табл. 7.4, 7.7, 7.10.

Таблица 7.4. **Конструктивные размеры трансформаторов питания телевизоров "Электроника ВЛ-100" и "Шилялис"**

Тип транс- форма- тора	A, мм	A1, мм	B, мм	H, мм	L, мм	b, мм	h, мм	d, мм	Масса, г, не более
ТС-10-1	21	38	41	53	53	7,5	45,5	1	320
ТС-14-2	32	60	62	78	82	10	71	1,5	670

Трансформатор питания типа ТС-10-1

Малогабаритные трансформаторы питания типа ТС-10-1 с выходной мощностью до 10 В·А применяются в устройствах электропитания переносных телевизоров черно-белого изображения модели "Электроника ВЛ-100". В устройстве питания телевизора трансформатор ТС-10-1 выполняет роль элемента зарядного устройства и преобразователя напряжения. Питание телевизора "Электроника ВЛ-100" может осуществляться как от приставного сетевого блока от сети напряжением 127 или 220 В, так и от специального блока аккумуляторов или бортовой сети автомобиля напряжением 12 В, при этом напряжение питания стабилизируется электронным стабилизатором напряжения, встроенным в телевизор.

Напряжение сети 127 или 220 В через вилку питания, выключатель напряжения сети и сетевой предохранитель поступает на первичную обмотку трансформатора питания типа ТС-10-1. Со вторичной обмотки трансформатора пониженное напряжение подается на выпрямитель, собранный по мостовой схеме. Выпрямленное напряжение подается на соединитель для питания телевизора и для заряда блока аккумуляторов.

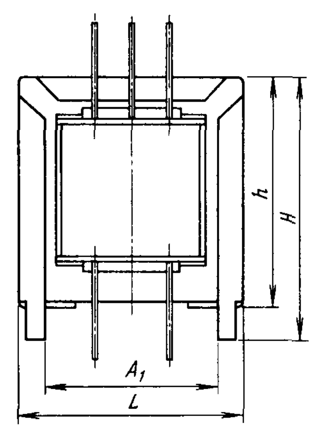
Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформатора типа ТС-10-1 показаны на рис. 7.2.

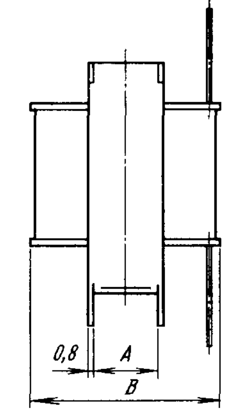
Электрические параметры трансформаторов типа ТС-10-1 приведены в табл. 7.5.

Намоточные данные трансформатора питания телевизора марки "Электроника ВЛ-100" приведены в табл. 7.6. Сопротивления обмоток трансформатора могут отличаться от приведенных в таблице на ±25 %. Принципиальная электрическая схема трансформатора имеет две обмотки: первичную с отводом для подключения сети напряжением 127 В и вторичную с отводами 5 и 6.

Конструктивные размеры трансформаторов питания типа ТС-10-1 приведены в табл. 7.4.

Условия эксплуатации трансформаторов в переносных телевизорах определяются внешними воздействующими факторами: механическими и климатическими. В обобщен-





Разметка для крепления

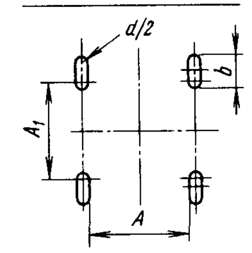


Рис. 7.2. Общий вид трансформаторов питания типов ТС-10-1, ТС-14-1

ной форме характеристики и виды механических воздействующих факторов приведены в табл. 1.53 и 1.54, характеристики климатических воздействий внешней среды — в табл. 1.49 и 1.50. Виды климатических исполнений и категорий трансформаторов даны в табл. 1.44. Для трансформаторов питания телевизоров, предназначенных для работы в нормальных условиях, в качестве номинальных принимают характеристики климатических воздействий внешней среды, рассмотренные в первой главе справочника, а также ГОСТ 15150—69.

Конструкция трансформаторов открытого варианта исполнения выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления следов коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур в пределах +1 ... 45 °С и воздействие механических нагрузок.

Конструкция трансформаторов разработана для установки на шасси с креплением за выступы кожуха магнитопровода.

Максимальное отклонение напряжения вторичной обмотки, измеренное в номинальном режиме при нормальных климатических условиях, составляет ±5 %. Зависи-

Таблица 7.5. **Электрические параметры трансформаторов питания телевизоров "Электроника ВЛ-100" и "Шилялис"**

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Мощность номинальная, В·А	Напряжение сети питания, В	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		
				выводы	напряжение, В	ток, А	выводы	напряжение, В	ток, А
ТС-10-1	УШ14×21	10	127,	1–2	127	0,08	4–5	12,8	0,75
			220	1–3	220	0,05			
ТС-14-2	УШ16×32	14	127,	1–2	110	0,13	8–9	13,5	1
			220,	2–3	6,8	–			
			237,	3–4	11	–			
			110	1–4	127	0,11			
				4–5	93,6	–			
				1–5	220	0,06			
				1–6	237	0,06			

Таблица 7.6. **Намоточные данные трансформаторов питания телевизоров "Электроника ВЛ-100" и "Шилялис"**

Наименование телевизора	Тип трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Обмотка		Число витков	Марка и диаметр провода	Сопротивление постоянному току, Ом
			номер	выводы			
"Шилялис-401Д"	ТС	УШ16×32	I	1–2	906	ПЭВ-1 0,18	59,2
"Шилялис-402Д"			I	2–3	65	ПЭВ-1 0,18	4,6
			I	3–4	83	ПЭВ-1 0,18	6
			I	4–5	771	ПЭВ-1 0,12	131,4
			I	5–6	135	ПЭВ-1 0,12	23,5
			II	8–9	124	ПЭВ-1 0,55	1,2
"Электроника ВЛ-100"	ТС-10-1	УШ14×21	I	1–2	1318	ПЭВ-1 0,12	185
			I	2–3	22400	ПЭВ-1 0,12	365
			II	4–5	165	ПЭВ-1 0,41	3
"Шилялис-405Д"	ТС-14-2	УШ16×32	I	1–2	906	ПЭВ-1 0,18	59,2
			I	2–3	57	ПЭВ-1 0,18	4,6
			I	3–4	91	ПЭВ-1 0,18	6
			I	4–5	771	ПЭВ-1 0,115	131,4
			I	5–6	140	ПЭВ-1 0,115	23,5
			II	8–9	135	ПЭВ-1 0,55	1,3

мость изменения напряжения вторичной обмотки трансформатора в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и корпусом трансформатора в нормальных условиях эксплуатации не менее 2 МОм.

Трансформатор питания типа ТС-14-2

Малогабаритные трансформаторы питания типа ТС-14-2 применяются в устройствах электропитания телевизоров черно-белого изображения марки "Шилялис-405Д". Трансформатор ТС-14-2 взаимозаменяем с трансформаторами, применяемыми в телевизорах марок "Шилялис-401Д" и "Шилялис-402Д". Трансформаторы изготавливают на магнитопроводах броневой конструкции типа УШ16×32. Электрическая схема трансформатора обеспечивает подключение телевизора к сети переменного тока напряжением 127 или 220 В с частотой 50 Гц. Изменение напряжения сети питания в пределах ±10 %. Изменение частоты сети питания 49,5...50,5 Гц.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов питания типа ТС-14-1 показаны на рис. 7.2. Конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл.7.4.

Напряжение сети питания через вилку питания, выключатель напряжения сети и сетевой предохранитель подается на первичную обмотку: на выводы 1 и 2 — 127 В и на выводы 1 и 3 — 220 В. Со вторичной обмотки трансформатора пониженное напряжение (15...16 В) поступает на выпрямитель, собранный по мостовой схеме, и далее на плату стабилизатора.

Электрические параметры трансформаторов типа ТС-14-2 приведены в табл. 7.5.

Конструкция трансформаторов открытого типа климатического исполнения УХЛ. Нормированные значения условий эксплуатации трансформаторов рассмотрены в первой главе справочника. Конкретные условия эксплуатации трансформаторов определяются внешними воздействующими факторами и местом размещения трансформаторов в аппаратуре.

Конструкция трансформаторов типа ТС-14-2 выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур и механические нагрузки, при этом изменение основных электрических параметров трансформаторов не превышает ±15 % значений, измеренных до воздействия всех указанных внешних факторов.

Трансформаторы крепятся на шасси телевизора в блоке питания с помощью скобы, являющейся одновременно каркасом магнитопровода.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и магнитопроводом в нормальных условиях эксплуатации не менее 2 МОм. Сопротивление изоляции обмоток трансформаторов при повышенной температуре и повышенной относительной влажности снижается до 1 МОм. Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформатора в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Условия эксплуатации трансформаторов типа ТС-14-2

Температура окружающей среды	5...35 °С
Повышенная температура:	
рабочая	35 °С
предельная с учетом перегрева обмоток трансформатора	55 °С
максимальный перегрев обмоток трансформатора	45 °С
Пониженная температура:	
рабочая	5 °С
предельная	−20 °С
транспортирования	−60 °С
Смена температур (циклическое воздействие)	−20...+55 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, не более	80 %
Пониженное атмосферное давление воздуха, не ниже	53,3 кПа (400 мм рт. ст.)
Повышенное давление воздуза	106,6 кПа (800 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 1...80 Гц с ускорением, не более	5 g (49,1 м/с^2)
Многократные удары с ускорением, не более	2 g (19,6 м/с^2)
Одиночные удары с ускорением	2 g (19,6 м/с^2)
Гарантийный срок службы	1000 ч

Трансформатор питания ТС-20-2

Малогабаритные трансформаторы питания типа ТС-20-2 броневой конструкции предназначены для работы в устройствах электропитания телевизоров черно-белого изображения схемно-технического исполнения 2 ПИТ-16-IV. Телевизоры этой модели являются переносными и могут использоваться в условиях автономного питания от специального блока питания и автомобильного аккумулятора. Трансформаторы типа ТС-20-2 рассчитаны на подключение к сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 и 237 В с частотой 50 Гц. Номинальная мощность трансформатора равна 20 В·А. Выполнен трансформатор на магнитопроводе шихтованной конструкции из пластин электротехнической стали типа Ш. Основные конструктивные размеры и электрические характеристики магнитопроводов типа Ш16×32 рассмотрены в первой главе справочника. Конструкция трансформатора открытого типа.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформатора типа ТС-20-2 показаны на рис. 7.3. Конструктивные размеры трансформатора приведены в табл. 7.7.

Условия эксплуатации трансформаторов переносных телевизоров определяются механическими и климатическими воздействующими факторами, нормированные значения которых рассмотрены в первой главе справочника. В обобщенной форме характеристики и виды механических воздействующих факторов приведены в табл. 1.53 и 1.54, характеристики климатических воздействий внешней среды — в табл. 1.49 и 1.50. Виды климатических исполнений и категорий трансформаторов даны в табл. 1.44. Для трансформаторов питания телевизоров, работающих в нормальных условиях, в качестве номинальных принимают характеристики внешней среды: климатические, механические, биологические и радиационные, установленные государственными стандартами.

Конструкция трансформатора ТС-20-2 открытого варианта исполнения выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур в пределах — 20...+60 °С и воздействие механических нагрузок.

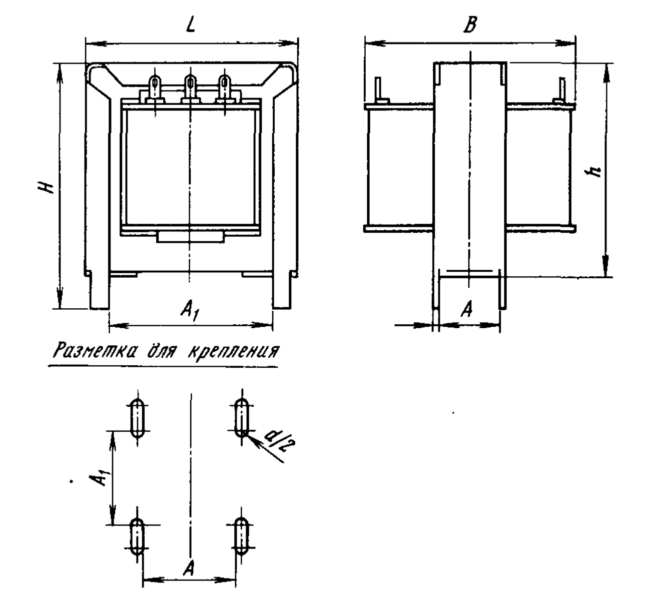


Рис. 7.3. Общий вид трансформаторов питания типов ТС-20-2, ТС-31-1, ТС-160

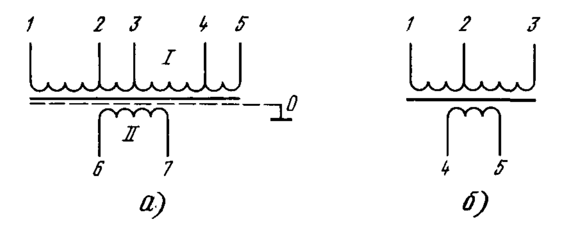


Рис. 7.4. Принципиальные электрические схемы трансформаторов типа ТС-20-2

Таблица 7.7. **Конструктивные размеры трансформаторов питания телевизионных приемников 2УПИТ-16-IV и УЛПТ-67-1**

Типономинал трансформатора	A, мм	A_1 мм	B, мм	H, мм	L, мм	b, мм	h, мм	d, мм	Масса, г, не более
ТС-20-2	32	59	62	78	66	10	71	1,5	670
ТС-31-1	40	66	64	80	82	10	72	1,5	750

Конструкция трансформатора типа ТС-20-2 разработана для установки на металлическом шасси телевизора без дополнительного крепления винтами. Пайка внешнего монтажа осуществляется без затекания флюса и припоя на защитное покрытие трансформатора. Длительность пайки к лепесткам трансформатора рекомендуется в пределах 5...8 с паяльником мощностью не более 100 В·А. К одному контактному лепестку подпаивается не более двух проводов, в том числе выводов подвесных деталей. Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и повреждение изоляционного покрытия около лепестков в результате пайки не рекомендуются.

Принципиальная электрическая схема трансформатора питания ТС-20-2 показана на рис. 7.4. Наличие нескольких выводов первичной обмотки расширяет возможность подключения РЭА к промышленной сети переменного тока. Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и магнитопроводом трансформатора в нормальных условиях эксплуатации не менее 20 МОм. Сопротивление изоляции трансформаторов при повышенных температуре и относительной влажности падает. При кратковременном воздействии повышенной влажности (85 %) при температуре 35 °С сопротивление изоляции трансформаторов открытого варианта исполнения составляет 2 МОм.

Зависимость изменения напряжения вторичной обмотки трансформатора в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Намоточные данные и основные электрические параметры трансформаторов питания телевизоров приведены в табл. 7.8 и 7.9.

Таблица 7.8. **Намоточные данные трансформаторов питания телевизоров 2ПИТ-16-IV и УЛПТ-67-1**

Марка телевизора	Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Обмотка		Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
			номер	выводы			
2ПИТ-16-IV	ТС-20-2	Ш16×32	I	1—2	731	ПЭВ-I 0,23	35
			I	2—3	62	ПЭВ-I 0,23	3,2
			I	3—4	581	ПЭВ-I 0,16	41
			I	4—5	107	ПЭВ-I 0,16	8
			II	6—7	101	ПЭВ-I 0,53	1
УЛПТ-67-I	ТС-31-1	Ш20×40	I	1—2	890	ПЭВ-I 0,29	30
			I	2—3	137	ПЭВ-I 0,29	5
			II	4—5	130	ПЭВ-I 0,59	1,5

Таблица 7.9. Электрические параметры трансформаторов питания телевизоров 2ПИТ-16-IV и УЛПТ-67-1

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Мощность номинальная, В·А	Напряжение сети питания, В	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		
				выводы	напряжение, В	ток, А	выводы	напряжение, В	ток, А
ТС-20-2	Ш16×32	20	110,	1—2	110	0,18	6—7	15,2	1,3
			127	1—3	127	0,16			
			220	1—4	220	0,09			
			237	1—5	237	0,08			
ТС-31-1	Ш20×40	31	127	1—2	127	0,24	4—5	18,5	1,6
			220	1—3	220	0,14			

Трансформатор питания типа ТС-31-1

Трансформаторы малой мощности типа ТС-31-1 предназначены для работы в устройствах электропитания телевизоров черно-белого изображения. Первоначально трансформатор типа ТС-31-1 использовался для питания автономного УЗЧ, акустической системы телевизора УЛПТ-67-1. В последующем этот трансформатор применялся для питания функциональных узлов других моделей телевизоров. Трансформаторы типа ТС-31-1 используют в телевизорах "Горизонт-107" и "Горизонт-108".

Трансформаторы типа ТС-31-1 рассчитаны на подключение к сети переменного тока напряжением 127 и 220 В с частотой 50 Гц, его номинальная мощность равна 31 В·А. Изготавливаются трансформаторы на магнитопроводе броневой конструкции типа Ш из электротехнической стали. Конструкция магнитопроводов и основные электромагнитные параметры рассмотрены в первой главе справочника. Конструкция трансформатора открытого типа.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТС-31-1 показаны на рис. 7.3. Конструктивные размеры, типоразмер магнитопровода и масса трансформатора приведены в табл. 7.7.

Условия эксплуатации стационарных телевизионных приемников определяются требованиями, установленными рядом государственных стандартов. Нормированные значения механических и климатических воздействующих факторов при эксплуатации трансформаторов рассмотрены в первой главе справочника. В обобщенной форме характеристики и виды климатических воздействующих факторов приведены в табл. 1.49 и 1.50, характеристики и виды механических воздействий — в табл. 1.53 и 1.54.

Виды климатических исполнений и категорий трансформаторов даны в табл. 1.44. Для трансформаторов питания телевизионных приемников, работающих в нормальных условиях, в качестве номинальных принимают условия и характеристики внешней среды: климатические, механические, биологические и радиационные, установленные также государственными стандартами.

Конструкция трансформатора типа ТС-31-1 и открытого варианта исполнения выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также без появления коррозии на металлических деталях трансформатора многократное циклическое воздействие температур в пределах 0...45 °С и воздействие механических нагрузок, указанных выше.

Конструкция трансформатора типа ТС-31-1 разработана для установки и монтажа на металлическом шасси телевизора или его блоке без дополнительного крепления винтами. Пайка внешнего монтажа осуществляется с соблюдением определенных условий, например без затекания флюса и припоя на защитное покрытие трансформатора. Длительность пайки к лепесткам трансформатора рекомендуется в пределах, не превышающих 5 с, паяльником мощностью не более 80 В·А. К одному контактному лепестку трансформатора подпаивается не более двух проводов, в том числе выводов комплектующих электрорадиоэлементов. Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и повреждение изоляционного покрытия около лепестков в результате пайки не рекомендуются В качестве припоя используется припой ПОС-61.

Принципиальная электрическая схема трансформатора питания ТС-31-1 показана на рис. 7.4,*б*. Первичная обмотка имеет отвод для подключения сети питания напряжением 127 В. Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и магнитопроводом и другими металлическими частями трансформатора в нормальных условиях эксплуатации не менее 10 МОм. Сопротивление изоляции обмоток и между обмотками при повышенном значении относительной влажности (85 %) при температуре 25 °С снижается в несколько раз. При кратковременном воздействии указанной относительной влажности в течение 10 суток сопротивление изоляции составляет 1 МОм.

Зависимость изменения напряжения вторичной обмотки трансформатора в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Намоточные данные и основные электрические параметры трансформаторов питания типа ТС-31-1 приведены в табл. 7.8 и 7.9.

Трансформатор питания типа ТСА-70-1

Малогабаритный трансформатор питания типа ТСА-70-1 применяется в телевизорах черно-белого изображения УПТ-61-11. Наименование и торговая марка телевизоров модели УПТ-61-11 приведены в табл. 7.3. Изготавливают трансформаторы на унифицированных стержневых магнитопроводах ленточного типа. В трансформаторе применен магнитопровод ПЛ22×38, конструкция и электромагнитные параметры которого рассмотрены во второй главе справочника.

Трансформаторы типа ТСА-70-1 рассчитаны на подключение к сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 и 237 В с частотой 50 Гц. Номинальная мощность трансформатора 70 В·А. Стержневой трансформатор с двумя катушками, работающий на частоте 50 Гц, по сравнению с броневыми трансформаторами при их одинаковой стоимости дает выигрыш по мощности до 30 %, по массе на 5...6 % и по объему до 25 %. В качестве магнитного материала магнитопровода используют электротехническую сталь марки 3413 толщиной 0,35 мм.

Конструкция трансформатора открытого типа клима-

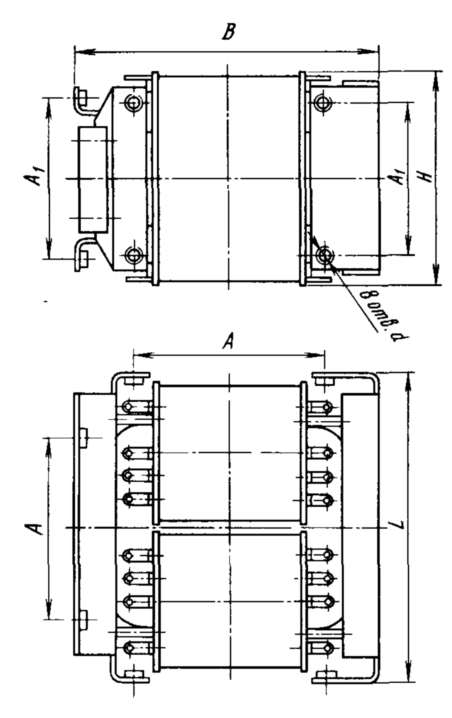


Рис. 7.5. **Общий вид трансформаторов типа ТС для питания телевизионных приемников цветного и черно-белого изображения: ТСА-70-1, ТС-130**

тического исполнения УХЛ. Общий вид, габаритные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТС показаны на рис. 7.5. Конструктивные размеры трансформаторов унифицированного ряда типа ТС, в том числе и ТСА-70-1, приведены в табл. 7.10. Трансформатор типа ТСА-70-1 выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также без появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур — 40 и +60 °С. При этом максимальное изменение электрических параметров трансформаторов не превышает значений, измеренных до влияния указанных климатических факторов.

Трансформаторы эксплуатируются в конкретных заданных условиях, характеризующихся различными климатическими, механическими, биологическими и радиационными воздействующими факторами. Нормированные значения механических и климатических факторов, устанавливаемые в конструкторской документации при определении условий эксплуатации, рассмотрены в первой главе справочника. Характеристики и виды климатических воздействующих факторов приведены в табл. 1.49 и 1.50., характеристики и виды механических воздействий — в табл. 1.53 и 1.54. Виды климатических исполнений и категорий трансформаторов питания, соответствующих требованиям ГОСТ 15150-69, приданы в табл. 1.44. Для трансформаторов питания телевизионных приемников, работающих в нормальных условиях, в качестве номинальных принимают условия и характеристики внешней среды, установленные государственными стандартами, например ГОСТ 14233—84, ГОСТ 11478—88, ГОСТ 9249—59 и др.

Конструкция трансформатора типа ТСА-70-1 разработана для установки и монтажа на металлическом шасси телевизора и его блоке питания с дополнительным креплением четырьмя винтами. Пайка внешнего монтажа трансформатора осуществляется с соблюдением определенных условий и правил. Пайка должна производится без затекания флюса и припоя на защитное покрытие трансформатора. Длительность пайки к лепесткам трансформатора рекомендуется в пределах, не превышающих 5...8 с, паяльником мощностью 60...80 В·А. К одному контактному лепестку можно подпаивать не более двух проводов, в том числе выводов комплектующих электрорадиоэлементов. Отгиб лепестков, перепайка их более трех раз, а также повреждение изоляционного слоя покрытия около лепестков в результате пайки не рекомендуются. В качестве припоя применяется припой ПОС-61.

Таблица 7.10. **Конструктивные размеры трансформаторов питания телевизионных приемников**

Типономинал трансформатора	A, мм	A_1, мм	B, мм	H, мм	L, мм	b, мм	d, мм	Масса, г, не более
ТСА-70-1	93	50	118	67	118	8,5	М5	2150
ТС-90-1	79	21	115	74,5	96	7	М4	1700
ТС-90-2	79	21	115	74,5	96	7	М4	1700
ТС-90-3	79	21	115	74,5	96	7	М4	1700
ТС-90-4	79	21	115	74,5	96	7	М4	1700
ТС-100В	50	81	106	113	138	8	5,5	2300
ТС-130-3	100	60	136	80	94	8,5	М4	1880
ТС-160	74	60	85	113	105	10	6,5	2950
ТСШ-160	74	60	85	113	105	10	6,5	2950
ТСШ-170	84	60	85	113	115	10	6,5	3400
ТС-180	119	65	144	82	108	8,5	5,5	2900
ТС-180-2	119	65	144	82	108	8,5	5,5	2900
ТС-180-2В	119	65	144	82	108	8,5	5,5	2900
ТС-180-4	119	65	144	82	108	8,5	5,5	2900
ТС-200-2	60	121	160	111	86	7	М4	2660
ТС-200	65	119	86	160	111	8	5	2700
ТС-200К	84	62	82	108	110	—	М5	3670
ТС-250	120	68	172	104	138	12,5	М6	4100
ТС-250-1	120	68	172	104	138	12,5	М6	4200
ТС-250-2	120	68	172	96	136	12,5	М6	4800
ТС-250-2М	120	68	144	86	126	12,5	М6	3500
ТС-250-2П	120	68	144	90	126	12,5	М6	4700
ТС-270-1	130	58	172	104	142	12,5	6,5	5500
ТСА-270-1	130	58	172	104	142	12,5	М6	5500
ТСА-270-2	130	58	172	104	142	12,5	М6	5500
СТ-310	130	45	180	104	136	10	М5	5600
СТ-320	130	45	183	104	136	10	5,5	6150
ТС-330М	126	38	161	97	138	12,5	6,5	5880
ТС-360М	130	38	164	98	138	12,5	6,5	6400

Принципиальная электрическая схема трансформатора питания типа ТСА-70-1 показана на рис. 7.6. Трансформатор имеет две симметричные обмотки, расположенные на двух раздельных катушках. Первичная обмотка имеет

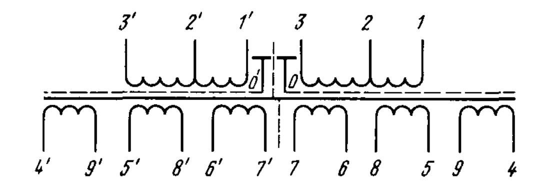


Рис. 7.6. **Принципиальная электрическая схема типа ТСА-70-1**

отводы, позволяющие при определенной коммутации подавать на трансформатор питание напряжением 110, 127, 220 и 237 В. Напряжения на отводах первичной обмотки трансформатора типа ТСА-70-1 приведены в табл. 7.12. Трансформатор имеет три симметричные пары вторичных обмоток, обеспечивающие пониженным напряжением все электрические цепи схемы телевизора УПТ-61-П-1/2.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими частями трансформатора в нормальных климатических условиях эксплуатации не менее 50 МОм. Сопротивление изоляции обмоток при повышении температуры и относительной влажности до предельных значений значительно уменьшается. При кратковременном (10 суток) воздействии температуры +85 °С сопротивление изоляции составляет 2 МОм. Одновременно изменяются значения напряжений вторичных обмоток трансформаторов.

Зависимость изменения напряжения вторичной обмотки трансформатора типа ТСА-70-1 в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показаны на рис. 3.7.

Намоточные данные трансформатора питания типа ТСА-70-1 приведены в табл. 7.11; основные электрические параметры трансформаторов — в табл. 7.12.

Таблица 7.11. **Намоточные данные трансформаторов питания телевизионных приемников**

Обозначение трансформатора	Обмотка		Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
	номер	выводы			
ТСА-70-1	I	1—2	475	ПЭВАТ 0,47	11,8
	I	2—3	75	ПЭВАТ 0,47	1,7
	I′	1′—2′	475	ПЭВАТ 0,47	11,8
	I′	2′—3′	75	ПЭВАТ 0,47	1,7
	II	4—9	142	ПЭВ-1 0,23	9,5
	II′	4′—9′	142	ПЭВ-1 0,23	9,5
	III	5—8	62,5	ПЭВ-1 0,8	0,3
	III′	5′—8′	62,5	ПЭВ-1 0,8	0,3
	IV	6—7	14,5	ПЭВА 1,08	0,2
	IV′	6′—7′	14,5	ПЭВА 1,08	0,2
ТС-90-1	I	2—1	483	ПЭВ-1 0,51	9,2
	I′	1′—2′	483	ПЭВ-1 0,51	9,2
	II	4—8	145	ПЭВ-1 0,27	7
	II′	4′—8′	145	ПЭВ-1 0,27	7
	III	5—9	80	ПЭВ-1 1,12	0,4
	III′	5′—9′	80	ПЭВ-1 1,12	0,4
	IV	6—10	16	ПЭВ-1 0,59	0,3
	IV′	6′—10′	16	ПЭВ-1 0,59	0,3
	V	7—11	49	ПЭВ-1 0,59	0,9
	V′	7′—11′	49	ПЭВ-1 0,59	0,9
ТС-90-2	I	2—1	483	ПЭВ-1 0,51	9,2
	I′	1′—2′	483	ПЭВ-1 0,51	9,2
	III	5—9	80	ПЭВ-1 1,12	0,4
	III′	5′—9′	80	ПЭВ-1 1,12	0,4
	IV	6—10	16	ПЭВ-1 0,59	0,3
	IV′	6′—10′	16	ПЭВ-1 0,59	0,3
	V	7—11	49	ПЭВ-1 0,59	0,9
	V′	7′—11′	49	ПЭВ-1 0,59	0,9
ТС-90-3	I	1—2	483	ПЭВ-1 0,51	9,2
	I′	1′—2′	483	ПЭВ-1 0,51	9,2
	I	2—3	77	ПЭВ-1 0,51	1,6
	I′	2′—3′	77	ПЭВ-1 0,51	1,6
	III	5—9	80	ПЭВ-1 0,27	0,4
	III′	5′—9′	80	ПЭВ-1 0,27	0,4
	IV	6—10	16	ПЭВ-1 0,59	0,3
	IV′	6′—10′	16	ПЭВ-1 0,59	0,3
	V	7—11	49	ПЭВ-1 0,59	0,9
	V′	7′—11′	49	ПЭВ-1 0,59	0,9
ТС-90-4	I	1—2	483	ПЭВ-1 0,51	9,2
	I	2—3	77	ПЭВ-1 0,51	1,6
	I′	1′—2′	483	ПЭВ-1 0,51	9,2
	I′	2′—3′	77	ПЭВ-1 0,51	1,6
	II	4—8	145	ПЭВ-1 0,27	7
	II′	4′—8′	145	ПЭВ-1 0,27	7
	III	5—9	80	ПЭВ-1 1,12	0,4
	III′	5′—9′	80	ПЭВ-1 1,12	0,4
	IV	6—10	16	ПЭВ-1 0,59	0,3
	IV′	6′—10′	16	ПЭВ-1 0,59	0,3
ТС-100В	I	2—1	248	ПЭЛ 0,44	3,6
	I	1′—2′	248	ПЭЛ 0,44	3,6
	I	2—3	334	ПЭЛ 0,44	4,1
	I	2′—3′	334	ПЭЛ 0,44	4,1
	I	3—4	92	ПЭЛ 0,44	0,5
	I	3′—4′	92	ПЭЛ 0,44	0,5
	II	6—7	690	ПЭЛ 0,23	8
	II′	6′—7′	690	ПЭЛ 0,23	8
	III	8—9	38	ПЭЛ 0,86	0,3
	III′	8′—9′	39	ПЭЛ 0,86	0,3
	IV	10—11	19	ПЭЛ 0,86	0,06
	IV′	10′—11′	19	ПЭЛ 0,86	0,06
ТС-130К	I	1—2	468	ПЭВ-1 0,51	8
	I	2—3	73	ПЭВ-1 0,51	1,3
	II	5—6	252,5	ПЭВ-1 0,41	4,8
	III	7—8	252,5	ПЭВ-1 0,41	4,8
	IV	9—10	40,5	ПЭВ-1 0,69	0,3
	V	11—12	40,5	ПЭВ-1 0,69	0,3
	VI	13—14	14,5	ПЭВ-1 0,41	0,08
	VII	15—16	30	ПЭВ-1 1	0,2
ТС-130	I	1—2	300	ПЭВ-1 0,55	6,1
	I	2—3	48	ПЭВ-1 0,55	0,9
	I′	1′—2′	300	ПЭВ-1 0,55	6,1
	I′	2′—3′	48	ПЭВ-1 0,55	0,9
	II	5—6	19	ПЭВ-1 0,74	0,1
	III	7—11	766	ПЭВ-1 0,38	18
	IV	12—14	98	ПЭВ-1 0,27	3
ТСШ-160	I	1—2	200	ПЭЛ 0,69	2,2
	I	2—3	30	ПЭЛ 0,69	0,3
	II	4—5	30	ПЭЛ 0,69	0,3
	II	5—6	200	ПЭЛ 0,69	2,2
	III	7—8	139	ПЭЛ 0,51	5
	IV	9—10	242	ПЭЛ 0,59	6,5

Продолжение табл. 7.11

Обозначение трансформатора	Обмотка: номер	Обмотка: выводы	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
	V	11—12	12,5	ПЭЛ 1,25	0,1
	VI	13—14	12	ПЭЛ 0,51	0,2
ТС УНТ-35	I	1—2	265	ПЭЛ 0,59	5,6
	I	2—3	41	ПЭЛ 0,59	0,9
	Ia	1a—2a	265	ПЭЛ 0,59	5,6
	Ia	2a—3a	41	ПЭЛ 0,59	0,9
	II	5—6	176	ПЭЛ 0,47	4,3
	IIa	5a—6a	176	ПЭЛ 0,47	4,3
	III	7—8	328	ПЭЛ 0,51	6,4
	IIIa	7a—8a	328	ПЭЛ 0,51	6,4
	IV	9—10	17,5	ПЭЛ 1,62	0,1
	IVa	9a—10a	17,5	ПЭЛ 1,62	0,1
	V	11—12	17,5	ПЭЛ 0,31	1
	Va	11a—12a	17,5	ПЭЛ 0,31	1
	VI	4—4a	17	ПЭЛ 0,59	0,3
ТС-160	I	1—2	414	ПЭЛ 0,69	3,3
	I	2—3	64	ПЭЛ 0,69	0,5
	I′	1′—2′	414	ПЭЛ 0,69	3,3
	I′	2′—3′	64	ПЭЛ 0,69	0,5
	II	5—6	158	ПЭЛ 0,47	3,2
	II′	5′—6′	158	ПЭЛ 0,47	3,2
	III	7—8	250	ПЭЛ 0,51	4
	III′	7′—8′	250	ПЭЛ 0,51	4
	IV	9—10	26	ПЭЛ 1,35	0,1
	IV′	9′—10′	26	ПЭЛ 1,35	0,1
	V	11—12	26	ПЭЛ 0,57	0,3
	V′	11′—12′	26	ПЭЛ 0,57	0,3
ТСШ-170	I	1—2	200	ПЭВ-1 0,59	2,6
	I	2—3	30	ПЭВ-1 0,59	0,4
	II	4—5	30	ПЭВ-1 0,59	0,4
	II	5—6	200	ПЭВ-1 0,59	2,6
	III	7—8	139	ПЭВ-1 0,47	5,5
	IV	9—10	242	ПЭВ-1 0,55	6,8
	V	11—12	12,5	ПЭВ-1 1,25	0,1
	VI	13—14	12	ПЭВ-1 0,51	0,2
ТС-180-2, ТС-180-2В	I	1—2	340	ПЭВ-1 0,69	2,9
	I	2—3	53	ПЭВ-1 0,69	0,5
	I′	1′—2′	340	ПЭВ-1 0,69	2,9
	I′	2′—3′	53	ПЭВ-1 0,69	0,5
	II	5—6	195	ПЭВ-1 0,51	3,5
	II′	5′—6′	195	ПЭВ-1 0,51	3,5
	III	7—8	143	ПЭВ-1 0,48	2,8
	III′	7′—8′	143	ПЭВ-1 0,48	2,8
	IV	9—10	21	ПЭВ-1 1,53	0,1
	IV′	9′—10′	21	ПЭВ-1 1,53	0,1
	V	11—12	21	ПЭВ-1 0,96	0,1
	V′	11′—12′	21	ПЭВ-1 0,96	0,1
ТС-180	I	1—2	375	ПЭЛ 0,8	2,3
	I	2—3	58	ПЭЛ 0,8	0,4
	I′	1′—2′	375	ПЭЛ 0,8	2,3
	I′	2′—3′	58	ПЭЛ 0,8	0,4
	II	5—6	226	ПЭЛ 0,56	3,4
	II′	5′—6′	226	ПЭЛ 0,56	3,4
	III	7—8	137	ПЭЛ 0,45	3,4
	III′	7′—8′	137	ПЭЛ 0,45	3,4

Обозначение трансформатора	Обмотка: номер	Обмотка: выводы	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
	IV	9—10	23	ПЭЛ 1,5	0,1
	IV′	9′—10′	23	ПЭЛ 1,5	0,1
	V	11—12	23	ПЭЛ 0,69	0,4
	V′	11′—12′	23	ПЭЛ 0,69	0,4
ТС-200К	I	1—2	346	ПЭЛ 0,8	2,2
	I	2—3	54	ПЭЛ 0,8	0,3
	I′	1′—2′	346	ПЭЛ 0,8	2,2
	I′	2′—3′	54	ПЭЛ 0,8	0,3
	II	5—6	160	ПЭЛ 0,8	1,1
	II′	5′—6′	160	ПЭЛ 0,8	1,1
	III	7—8	40	ПЭЛ 0,8	0,3
	III′	7′—8′	40	ПЭЛ 0,8	0,3
	IV	9—10′	22	ПЭЛ 0,51	0,4
	IV′	9′—10′	22	ПЭЛ 0,51	0,4
	V	11—12	22	ПЭЛ 1,5	0,1
	V′	11′—12′	22	ПЭЛ 1,5	0,1
ТС-200-2	I	1—2	405	ПЭВ-1 0,69	3,1
	I	2—3	351	ПЭВ-1 0,69	2,6
	I′	1′—2′	405	ПЭВ-1 0,69	3,1
	I′	2′—3′	351	ПЭВ-1 0,69	2,6
	IIa	5—13	203	ПЭВ-1 0,55	2,5
	IIб	14—16	203	ПЭВ-1 0,55	2,5
	II′б	14′—16′	203	ПЭВ-1 0,55	2,5
	II′a	5′—13′	203	ПЭВ-1 0,55	2,5
	III	7—8	64	ПЭВ-1 0,31	3,1
	III′	7′—8′	22	ПЭВ-1 0,69	0,2
	IV	9—10	22×2	ПЭВ-1 0,96	0,1
	IV′	9′—10′	22×2	ПЭВ-1 0,96	0,1
	V	11—12	22	ПЭВ-1 0,44	0,55
ТС-250-2,	I	1—2	354	ПЭВ-1 0,67	2,7
ТС-250-3М	I′	1′—2′	354	ПЭВ-1 0,67	2,7
	II	4—14	31	ПЭВ-1 0,63	0,3
	II′	4′—14′	31	ПЭВ-1 0,63	0,3
	III	5—9	110	ПЭВ-1 0,63	1,1
	III	9—15	217	ПЭВ-1 0,63	2,2
	III′	5′—9′	110	ПЭВ-1 0,63	1,1
	III′	9′—15′	217	ПЭВ-1 0,63	2,2
	IV	8—18	16,5	ПЭВ-1 0,63	0,3
	IV′	8′—18′	16,5	ПЭВ-1 0,63	0,3
	V	6—16	11	ПЭВ-1 0,63	0,3
	V′	6′—16′	11	ПЭВ-1 0,63	0,3
ТС-270-1	I	1—2	275	ПЭВ-1 0,85	1,7
	I	2—3	43	ПЭВ-1 0,85	0,3
	I′	1′—2′	275	ПЭВ-1 0,85	1,7
	I′	2′—3′	43	ПЭВ-1 0,85	0,3
	II	9—4	6	ПЭВ-1 0,5	0,1
	II	4—14	315	ПЭВ-1 0,5	15
	II′	9′—4′	6	ПЭВ-1 0,5	0,05
	II′	4′—14′	315	ПЭВ-1 0,5	14
	III	6—16	183	ПЭВ-1 0,31	5,2
	III′	6′—16′	183	ПЭВ-1 0,31	5,2
	IV	5—15	183	ПЭВ-1 0,31	5,2
	IV′	5′—15′	183	ПЭВ-1 0,31	5,2
	V	7—17	247	ПЭВ-1 0,2	35
	V′	7′—17′	247	ПЭВ-1 0,2	35

Окончание табл. 7.11

Обозначение трансформатора	Обмотка номер	Обмотка выводы	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
	VI	8—18	42	ПЭВ-1 0,71	R<0,2
	VI′	8′—18′	42	ПЭВ-1 0,71	R<0,2
	VII	10—20	8,5	ПЭВ-1 0,75	R<0,2
	VII′	10′—20′	8,5	ПЭВ-1 0,75	R<0,2
	VIII	11—21	9	ПЭВ-1 1,12	R<0,2
	VIII′	11′—21′	9	ПЭВ-1 1,12	R<0,2
	IX	12—22	9×2	ПЭВ-1 0,75	R<0,2
	IX′	12′—22′	9×2	ПЭВ-1 0,75	R<0,2
ТСА-270-1, ТСА-270-2	I	1—2	274	ПЭВА 1,16	1,2
	I	2—3	42	ПЭВА 1,16	0,2
	I′	1′—2′	274	ПЭВА 1,16	1,2
	I′	2′—3′	42	ПЭВА 1,16	0,2
	II	9—4	6	ПЭВА 0,67	R<0,2
	II	4—14	315	ПЭВА 0,67	12
	II′	9′—4′	6	ПЭВА 0,67	R<0,2
	II′	4′—14′	315	ПЭВА 0,67	12
	III	6—16	182,5	ПЭВ-1 0,35	4,8
	III′	6′—16′	182,5	ПЭВ-1 0,35	4,8
	IV	5—15	182,5	ПЭВ-1 0,35	4,8
	IV′	5′—15′	182,5	ПЭВ-1 0,35	4,8
	V	7—17	250,2	ПЭВ-1 0,21	35
	V′	7′—17′	250,2	ПЭВ-1 0,21	35
	VI	8—18	42	ПЭВА 1,16	R<0,2
	VI′	8′—18′	42	ПЭВА 1,16	R<0,2
	VII	10—20	8,5	ПЭВА 1,16	R<0,2
	VII′	10′—20′	8,5	ПЭВА 1,16	R<0,2
	VIII	11—21	9	ПЭВА 0,93	R<0,2
	VIII′	11′—21′	9	ПЭВА 0,93	R<0,2
	IX	12—22	9×2	ПЭВА 1,16	R<0,2
	IX′	12′—22′	9×2	ПЭВА 1,16	R<0,2
СТ-320	I	1—2	275	ПЭВ-1 0,9	2,6
	I	2—3	43	ПЭВ-1 0,9	0,4
	I′	1′—2′	275	ПЭВ-1 0,9	2,6
	I′	2′—3′	43	ПЭВ-1 0,9	0,4
	II	4—16	204,5	ПЭВ-1 0,49	16,9
	II′	5—17	204,5	ПЭВ-1 0,49	16,9
	III	6—28	34,5	ПЭВ-1 0,29	2,7
	IV	7—18	144,5	ПЭВ-1 0,49	5,1
	IV	18—21	37,5	ПЭВ-1 0,49	1,4
	IV′	19—20	144,5	ПЭВ-1 0,49	5,1
	IV′	9—22	37,5	ПЭВ-1 0,49	1,4
	V	10—23	42	ПЭВ-2 0,59	2,6
	V′	11—24	42	ПЭВ-2 0,59	2,6
	VI	14—26	18	ПЭВ-1 1,28	0,3
	VII	13—27	9	ПЭВ-1 0,96	R<0,2
	VIII	12—25	8,5	ПЭВ-1 0,96	R<0,2
	IX	15—29	9,5	ПЭВ-1 0,59	R<0,2
ТС-330К	I	1—2	274	ПЭВ-1 0,96	2,4
	I	2—3	42	ПЭВ-1 0,96	0,4
	I′	1′—2′	174	ПЭВ-1 0,96	2,4
	I′	2′—3′	42	ПЭВ-1 0,96	0,4
	II	5—6	311	ПЭВ-1 0,74	3,1
	II′	5′—6′	311	ПЭВ-1 0,74	3,1
	III	7—8	32,5	ПЭВ-1 0,74	0,3
	III′	7′—8′	32,5	ПЭВ-1 0,74	0,3
	IV	9—10	32,5	ПЭВ-1 0,74	0,3
	IV′	9′—10′	32,5	ПЭВ-1 0,74	0,3
	V	11—12	22,5	ПЭВ-1 0,44	0,4
	V′	11′—12′	22,5	ПЭВ-1 0,44	0,4
	VI	13—14	8,5	ПЭВ-1 0,74	R<0,2
	VI′	13′—14′	8,5	ПЭВ-1 0,74	R<0,2
	VII	15—16	17	ПЭВ-1 1,45	R<0,2
	VII′	15′—16′	17	ПЭВ-1 1,45	R<0,2
ТС-360М	I, I′	1—1′	632	ПЭВ-1 0,8	4,1
	II, III′	8—9′	325	ПЭВ-1 0,67	3,4
	III, II′	8′—9	325	ПЭВ-1 0,67	3,4
	IV	4—5	40	ПЭВ-1 0,48	0,8
	IV′	4′—5′	40	ПЭВ-1 0,48	0,8
	V, VI′	6—7′	239	ПЭВ-1 0,62	2,2
	VI, V′	6′—7	239	ПЭВ-1 0,62	2,2
	VII, VII′	11—13	17	ПЭВ-1 1,33	R<0,2
	VIII, VIII′	10—10′	17	ПЭВ-1 0,48	0,4
	IX, IX′	12—12′	17	ПЭВ-1 0,48	0,4
	X, X′	14—15	17	ПЭВ-1 1,33	R<0,2

Т а б л и ц а 7.12. **Электрические параметры трансформаторов питания телевизоров черно-белого и цветного изображения**

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Мощность номинальная, В·А	Напряжение сети питания, В	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		
				выводы	напряжение, В	ток, А	выводы	напряжение, В	ток, А
ТС-26-1	ШЛ16×25	26	127, 220	1—2	127	0,2	4—5	16,5	0,52
				1—3	220	0,11	5—6	16,5	0,5
				2—3	96	—	7—8	20	0,1
							9—10	5,5	0,22

Продолжение табл. 7.12

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Мощность номинальная, В·А	Напряжение сети питания, В	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		
				выводы	напряжение, В	ток, А	выводы	напряжение, В	ток, А
ТСА-70-1	ПЛ22×32-58	70	127,	1—2	110	0,16	4—9	33	0,85
			220	2—3	17	—	5—8	14,1	0,38
				1′—2′	110	0,16	6—7	3,3	0,08
				2′—3′	17	—	4′—9′	33	—
							5′—8′	14,1	—
							4′—7′	3,3	—
ТС-90-1	ПЛ16×32-40	90	220	1—2	220	0,48	4—4′	61,5	0,06
				1′—2′			5—5′	33	1,8
							6—6′	6,3	0,3
							7—7′	22	0,88
ТС-90-2	ПЛ16×32-40	90	220	1—2	220	0,48	5—5′	34,5	1,8
							6—6′	6,8	0,3
							7—7′	13	0,88
ТС-90-3	ПЛ16×32-40	90	110	1—2	110	0,96	5—5′	34,5	1,8
			127	1—3	127	0,83	6—6′	6,3	0,3
			220	—	220	0,48	7—7′	19	0,88
			237	—	237	0,45			
			110	1′—2′	110	0,96			
			127	1′—3′	127	0,83			
			220		220	0,48			
			237		237	0,45			
ТС-90-4	ПЛ16×32-40	90	110	1—2	110	0,96	4—4′	61,5	0,06
			127	1—3	127	0,83	5—5′	36,6	1,8
		220	220	1—2—2′—1′	220	0,48	6—6′	6,3	0,3
			237	1—3—2′—1′	237	0,45	7—7′	22	0,88
			110	1′—2′	110	0,96			
			127	1′—3′	127	0,83			
ТС-100В	ПЛ20×40-50	100	127	1—4	127	0,76	7—7′	260	0,34
			220	1—3—3′—1′	220	0,45	10—11	3,5	0,2
			127	1′—4′	127		11′—10′	3,5	0,2
							8—9	6,8	2,6
							8′—9′	6,8	2,6
							6—7	130	0,4
							6′—7′	130	0,4
ТС-130К	ПЛ	130	110	1—2	110	1,2	5—6	59,2	2,1
			127	1—3	127	1	7—8	59,2	2,1
							9—10	9,5	0,6
							11—12	9,5	0,6
							13—14	3,4	0,3
							15—16	6,8	0,1
ТС-130-3	ПЛ16×32-50	130	127	1—3	127	1	6—6′	112,5	0,25
			220	1—2—2′—1′	220	0,6	7—7′	112,5	0,25
			127	1′—3′	127	1	10—10′	19	0,4
							11—11′	19	0,4
							13—13′	6,4	0,3
							15—16	6,5	3
ТС-160	ПЛР21×40	160	127	1—3	127	0,6	5—6	42	1,1
			220	1—2—2′—1′	220	0,35	5′—6	42	1,1
			127	1′—3′	127	0,6	7—8	66	0,9
							7′—8′	66	0,9
							9—10	6,8	0,3
							9′—10′	6,8	0,3
							11—12	6,9	3
							11′—12′	6,9	3
ТСШ-160	Ш30×60	160	127	1—3	127	0,6	7—8	76,4	0,1
			220	1—2—5—6	220	0,35	9—10	133	0,05
			127	4—6	127	0,6	11—12	6,8	0,3
							13—14	6,8	3,2

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Мощность номинальная, В·А	Напряжение сети питания, В	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		
				выводы	напряжение, В	ток, А	выводы	напряжение, В	ток, А
ТС к УНТ-35	ПЛ	180	127	1—3	127	0,75	5—6	73	0,55
			220	1—2—2а—1а	220	0,4	5а—6а	73	0,55
			127	1а—3а	127	0,75	7—8	136	0,96
							7а—8а	136	0,96
							8—10	7,2	4,5
							9а—10а	7,2	4,5
							11—12	7,2	0,8
							11а—12а	7,2	0,9
							4—4а	7	1,6
ТСШ-170	Ш30×60	170	127	1—3	127	0,6	7—8	74	—
			220	1—2—5—6	220	0,35	9—10	127	—
			127	4—6	127	0,6	11—12	6,35	—
							13—14	6,35	—
ТСШ-180	ПЛ21×45	180	127	1—3	127	1,75	5—6	63	0,5
			220	1—2—2′—1′	220	0,85	7—8	46	0,38
			127	1′—3′	127	1,51	9—10	6,8	4,7
							11—12	6,8	1,5
							5′—6′	63	0,5
							7′—8′	46	0,38
							9′—10′	6,8	4,7
							11′—12′	6,8	0,3
ТС-180-2,	ПЛ21×45	180	110	1—2	110	1,75	5—6	63	0,5
ТС-180-4,			127	1—3	127	1,51	5′—6′	63	0,5
ТС-180-2В			220	1—2—2′—1′	220	0,87	7—8	46	0,38
			237	1—3—2′—1′	237	0,81	7′—8′	46	0,38
			110	1′—2′	110	1,75	9—10	6,8	4,7
			127	1′—3′	127	1,51	9′—10′	6,8	4,7
							11—12	6,8	1,5
							11′—12′	6,8	0,3
ТС-200К	Ш25×40	200	110	1—2	110	2	6—6′	104	0,8
			127	1—3	127	1,6	7—7′	9,5	0,95
				1—2—2′—1′	220	1	9—10	6,9	0,3
							11—11′	6,9	5
							9′—10′	6,9	0,3
ТС-200-2	ПЛ21×45	200	110	1—2	110	2	5—13	55	0,84
			127	1—3	127	1,6	14—16	55	0,9
			220	1—2—2′—1′	220	1	5′—13′	55	0,9
			237	1—3—2′—1′	237	0,8	14′—16′	55	0,76
			110	1′—2′	110	2	7—8	17,3	0,95
			127	1′—3′	127	1,6	7′—8′	6	4,7
							9—10	6×2	4,7
							9′—10′	6×2	4,7
							11—12	6	2,3
ТС-250-2,	ПЛ	250	110	1—2	110	2,1	5—5′	190	0,8
ТС-250-2М,			127	1—3	127	1,6	9—9′	127	0,04
ТС-250-2П			220	1—2—2′—1′	220	1,1	4—4′	19,2	1,8
			237	1—2—3′—1′	237	0,9	8—8′	10	0,15
							6—6′	6,8	0,9
ТС-250,	ПЛ	250	110	1—2	110	2,2	4—4′	18	2,2
ТС-250-1			127	1—3	127	1,9	5—5′	208	0,9
			220	1—2—2′—1′	220	1,1	9—9′	132	0,04
							8—8′	10	0,15
							6—6′	6,8	0,9
ТСА-270-1,	ПЛ25×50-120	270	220	1—2—2′—1′	220	1,25	4—4′	244	0,35
							6—6′	141	0,18
							5—5′	141	0,18
							7—7′	194	0,06
							8—8′	33	1,85
							10—10′	6,6	0,9

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Мощность номинальная, В·А	Напряжение сети питания, В	Первичная обмотка			Вторичная обмотка		
				выводы	напряжение, В	ток, А	выводы	напряжение, В	ток, А
							11—11′	6,65	2,1
							12—12′	6,85	2,95
СТ-280Р	ПЛ25×50-100	280	110	1—2	110	3	6—7	86	0,7
			127	1—3	127	2,6	4—5	120	0,9
			220	1—2—2′—1′	220	1,5	8—9	6,5	5,5
			237	1—3—2′—1′	237	1,4	10—11	6,45	0,94
			110	1′—2′	110	3	12—13	12	0,6
			127	1′—3′	127	2,6	7′—6′	86	0,7
							5′—4′	120	0,9
							8′—9′	6,5	5,5
							11′—10′	6,45	0,94
							12′—13′	12	0,6
СТ-310	ПЛ	310	110	1—2	110	3	4—4′	156	0,55
			127	1—3	127	2,8	5—5′	156	0,55
			220	1—2—2′—1′	220	1,5	8—8′	2,4	0,55
			237	1—3—2′—1′	237	1,4	6—6′	170	0,07
							7—7′	34,4	1,2
							9—9′	6,8	0,9
							10—10′	7,2	2,3
							11—11′	7,2	5,1
СТ-320	ПЛ	320	110	1—2	110	3,1	4—5	160	0,35
			127	1—3	127	2,9	4′—5′	165	0,35
			220	1—2—2′—1′	220	1,6	6—6′	27,5	0,03
			237	1—3—2′—1′	237	1,4	7—8	112	0,39
							7′—8′	112	0,39
							8—9	29	0,39
							8′—9′	29	0,39
							15—15′	2,8	—
							10—11	33,6	0,7
							10′—11′	33,6	0,7
							12—12′	6,8	0,9
							13—13′	7,2	2,3
							14—14′	7,2	4,5
ТС-330К-1	ПЛ	330	127	1—3	127	2,8	5—6	125	0,7
			220	1—2—2′—1′	220	1,6	5′—6′	125	0,7
							8—10′	33,2	0,9
							8′—10	33,2	0,9
							12—12′	18	0,9
							14—14′	6,8	1,2
							15—16	6,8	8
							15′—16′	6,8	8
ТС-360М	ПЛ28×50	360	127	1—3	127	3,2	8—9′	130	0,72
			220	1—2—2′—1′	220	1,8	8′—9	130	0,72
			127	1′—3′	127	—	4—5	16,1	0,33
							4′—5′	16,1	0,33
							6′—7	96	0,5
							6—7′	96	0,5
							11—13	6,8	6
							10—10′	6,8	0,3
							12—12′	6,8	1,7
							14—15	6,8	5

Трансформатор питания типа ТС-90

Трансформаторы питания малой мощности типа ТС-90 применяются в устройствах электропитания телевизионных приемников черно-белого изображения модели УПИТ-61-11 (см. табл. 7.3). Для разных марок телевизоров промышленностью изготавливаются трансформаторы унифицированного ряда: ТС-90-1, ТС-90-2, ТС-90-3 и ТС-90-4. Основные габаритные и присоединительные размеры всех трансформаторов типа ТС-90 одинаковы и взаимозаменяемы при учете следующих особенностей. Трансформаторы типономиналов ТС-90-1 и ТС-90-2 рассчитаны на подклю-

чение только к сети переменного тока напряжением 220 В с частотой 50 Гц. Первичная обмотка трансформаторов расположена на двух катушках, не имеет отводов и включается в цепь при их последовательном соединении. Эти трансформаторы имеют восемь вторичных обмоток, параллельное и последовательное соединение которых определяется общей схемой питания телевизоров. Трансформаторы типономиналов ТС-90-3 и ТС-90-2 имеют меньшее число вторичных обмоток. При номинальном напряжении сети 220 В трансформаторы ТС-90-1 и ТС-90-4, а также трансформаторы ТС-90-2 и ТС-90-3 взаимозаменяемы. Вместо ТС-90-2 и ТС-90-3 могут быть использованы трансформаторы ТС-90-1 или ТС-90-4.

Конструкция трансформатора разработана для эксплуатации в макроклиматическом районе с умеренно-холодным климатом в исполнении УХЛ. Нормированные значения характеристик механических и климатических воздействующих факторов по категориям размещения трансформаторов рассмотрены в первой главе справочника и первой части настоящей главы.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТС-90 показаны на рис. 7.5. Конструктивные размеры трансформаторов типономиналов ТС-90-1, ТС-90-2, ТС-90-3 и ТС-90-4 приведены в табл. 7.10. Трансформаторы изготавливают на ленточных П-образных магнитопроводах стержневой конструкции, технические характеристики которых рассмотрены во второй главе. Конструкция трансформаторов и технология их изготовления позволяет использовать их при различных внешних климатических и механических факторах, и в первую очередь повышенной относительной влажности при повышенной температуре и температуре окружающей среды, а также температуре перегрева обмоток трансформатора. При эксплуатации телевизоров наиболее опасным является воздействие влаги, которое сокращает срок службы трансформаторов и других ЭРЭ вследствие уменьшения сопротивления изоляции обмоток и снижения их электрической прочности. При длительном воздействии влаги на обмотки при высокой температуре окружающей среды возможна интенсивная коррозия обмоточных проводов, которая при их небольших диаметрах может привести к обрыву проводов. Конструкция трансформаторов типа ТС-90 выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур и механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации.

Обмотки трансформаторов типа ТС-90 равномерно расположены на двух катушках, при асимметрии, не превышающей 3 %, обеспечивают свободный доступ к монтажным лепесткам выводов и имеют большую поверхность охлаждения и теплоотдачу. Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформатора в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Электрические параметры трансформаторов малой мощности типа ТС-90 (типономиналы ТС-90-1—ТС-90-4) приведены в табл. 7.12; намоточные данные двухкатушечных стержневых трансформаторов типа ТС-90 — в табл. 7.11.

Электрические принципиальные схемы трансформаторов типономиналов ТС-90-1—ТС-90-4 показаны на рис. 7.7.

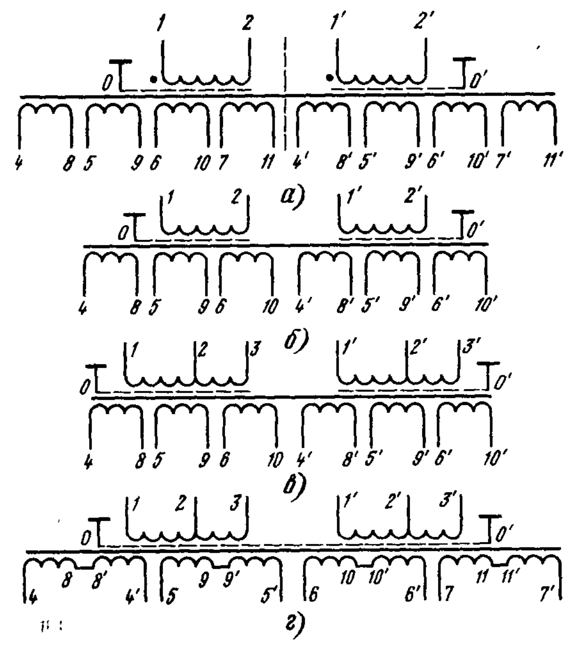


Рис. 7.7. Принципиальные электрические схемы трансформаторов питания типов:

а – ТС-90-1; *б* – ТС-90-2; *в* – ТС-90-3; *г* – ТС-90-4

Трансформатор питания типа ТС-100В

Трансформаторы питания малой мощности типа ТС-100В применяются в телевизионных приемниках черно-белого изображения и радиоэлектронной аппаратуре бытового назначения. Трансформаторы рассчитаны на питание от сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 или 240 В. Первичная обмотка расположена на двух катушках и имеет по два отвода, соответствующее соединение которых обеспечивает подключение к определенному напряжению. Вторичная обмотка имеет шесть обмоток, расположенных также на двух катушках. Трансформаторы типа ТС-100В имеют малую степень применяемости вследствие ограниченных выходных параметров, которые не позволяют использовать данный тип трансформатора в различных моделях телевизоров, тем более что современные виды РЭА сократили использование электровакуумных приборов, требующих энергии для накальных цепей. Однако достаточно высокие качественные характеристики и технические параметры трансформаторов типа ТС-100В позволяют использовать трансформатор в радиолюбительской практике.

Трансформатор типа ТС-100В изготавливают в двухкатушечном варианте на стержневом магнитопроводе типа ПЛ20×40-50, основные конструктивные и электромагнитные параметры которого рассмотрены во второй главе справочника.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТС-100В показаны на рис. 7.8. Конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл. 7.10.

Конструкция трансформатора открытого типа исполнения разработана для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренно-холодным климатом. Условия эксплуатации трансформаторов типа ТС приведены в настоящей главе и в табл. 7.1. Внешние воздействующие факторы — климатические и механические, а также категория размещения трансформаторов в РЭА определяют конкретные условия эксплуатации. При этом важнейшее значение приобретают положительные температуры, температура

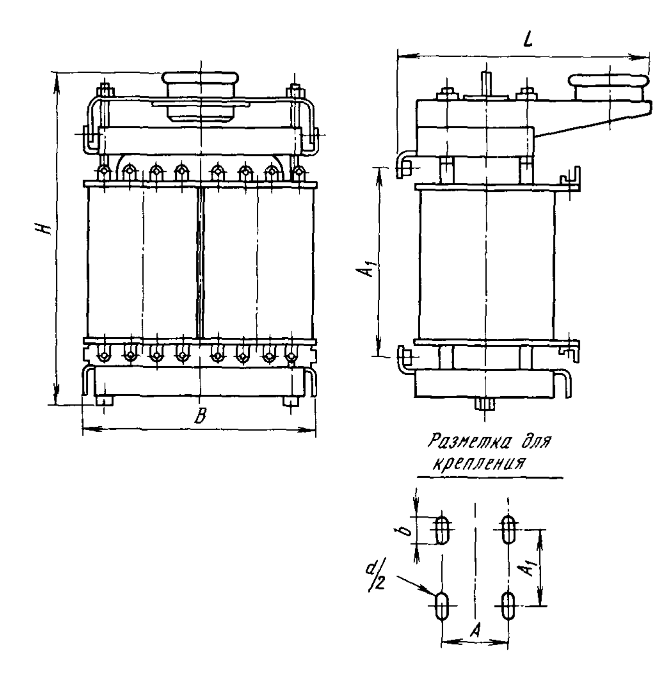


Рис. 7.8. Общий вид трансформатора типа ТС-100В для питания телевизионных приемников

перегрева обмоток и повышенная относительная влажность окружающей среды. При эксплуатации трансформаторов наиболее опасным является воздействие влаги, которое в значительной степени сокращает их срок службы вследствие уменьшения сопротивления изоляции обмоток и снижения их электрической прочности. При длительном воздействии влаги (более 10 суток) на обмотки при повышенной температуре окружающей среды происходит интенсивная коррозия всех металлических деталей и обмоточных проводов, которая при малых диаметрах проводов приводит к их обрыву. Конструкция трансформаторов типа ТС-100В и технология изготовления позволяют их использовать без обрывов в обмотках и других повреждений, а также без появления коррозии при многократном циклическом воздействии температур в пределах −20...+85 °С и механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации.

Все обмотки трансформаторов равномерно расположены на двух катушках, обеспечивают свободный доступ к монтажным лепесткам выводов и имеют большую поверхность охлаждения, улучшающую теплоотдачу. Асимметрия катушек по числу витков обмоток и основным электрическим параметрам трансформаторов не превышает 5 %.

Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов типа ТС в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Конструкция трансформаторов типа ТС-100В разработана для объемного монтажа с установкой на шасси телевизора или другой РЭА и креплением четырьмя винтами.

Намоточные данные обмоток, расположенных на двух катушках трансформатора, и электрические параметры трансформатора типа ТС-100В приведены в табл. 7.11 и 7.12.

Электрическая принципиальная схема трансформатора показана на рис. 7.9.

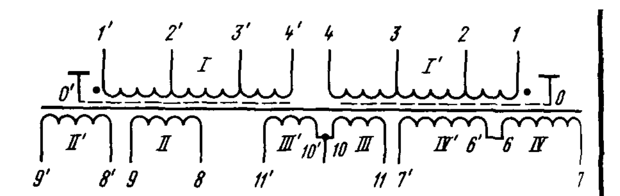


Рис. 7.9. Принципиальная электрическая схема трансформатора питания типа ТС-100В

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими частями трансформатора в нормальных условиях эксплуатации не менее 20 МОм. Сопротивление изоляции обмоток трансформатора при повышенных рабочей температуре и относительной влажности резко снижается и не превышает 3 МОм. Изменение основных электрических параметров не превышает ±15 %, измеренных до влияния всех внешних воздействующих факторов, указанных в условиях эксплуатации трансформатора типа ТС-100В.

Условия эксплуатации трансформаторов ТС-100В

Температура окружающей среды	−5...+85 °С
Повышенная температура:	
рабочая	35 °С
предельная с учетом перегрева обмоток трансформатора	85 °С
Пониженная температура:	
рабочая	0 °С
предельная	−5 °С
транспортирования	−20 °С
Смена температур (циклическое многократное воздействие)	−20...+85 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, не более	80 %
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 1...2000 Гц с ускорением, не более	10 g (98,1 м/с^2)
Многократные удары длительностью 2...15 мс с ускорением, не более	5 g (49,05 м/с^2)
Одиночные удары длительностью 20...50 мс с ускорением, не более	2 g (19,6 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	5 g (49,05 м/с^2)
Гарантийный срок хранения	10 лет
Гарантийный срок эксплуатации в нормальных климатических условиях	10 000 ч

Трансформатор питания типа ТС-130-3

Однофазные трансформаторы питания малой мощности типа ТС-130-3 предназначены для работы в устройствах электропитания телевизионных приемников черно-белого изображения класса II неунифицированного ряда моделей ЛППТ-59, ЛППТ-61 (см. табл. 7.3). Трансформатор ТС-130-3 является базовой разработкой ряда трансформаторов мощностью 130 В·А. В этот ряд входят трансформаторы: ТС-130, ТС-103К, ТС-130-1, ТС-130-2 и ТС-130-3. Отличаются трансформаторы как конструкцией, габаритными и установочными размерами, так и числом первичных и вторичных обмоток (принципиальными электрическими схемами).

Конструкция трансформатора типа ТС-130-3 открытого варианта исполнения для эксплуатации в макроклиматических районах страны с умеренно-холодным климатом в категориях размещения 1.1, 4.1, 4.2.

Трансформаторы типа ТС-130 рассчитаны на питание от сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 или 237 В с частотой 50 Гц. Допускаемые отклонения напряжения сети лежат в пределах норм, установленных государственными стандартами. Отклонение частоты сети питания не превышает 0,1 %. Напряжение сети через вилку питания, предохранители и выключатель сетевого напряжения поступает на первичную обмотку трансформатора. С симметрично расположенных вторичных обмоток напряжение подается на два выпрямителя и электронные стабилизаторы и далее в цепи питания полупроводниковых приборов. Асимметрия первичных и вторичных обмоток по числу витков и основным электрическим параметрам не превышает ±3 %.

Изготавливают трансформаторы на ленточных стержневых магнитопроводах типа ПЛ или ПЛР, конструктивные и электромагнитные параметры которых рассмотрены во второй главе справочника. Трансформатор типа ТС-130-3 изготовлен на магнитопроводе типоразмера ПЛ16×32-50, трансформатор ТС-130 — на магнитопроводе ПЛР21×36.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТС-130 показаны на рис. 7.5. Конструктивные размеры трансформаторов типа ТС-130-3 приведены в табл. 7.10.

Условия эксплуатации трансформаторов определяют внешними воздействующими факторами: климатическими, механическими и биологическими, а также степенью интенсивности эксплуатации телевизора в течение периода работы в домашних условиях. Определяющими срок службы трансформаторов являются температурные режимы и влажность. Максимальная температура перегрева обмоток трансформатора типа ТС-130-3 не превышает 80 °С. Наиболее опасным, кроме механических повреждений, является воздействие влаги, которое сокращает срок их службы. Уменьшение сопротивления изоляции и рост диэлектрических потерь в связи с увлажнением снижают электрическую прочность изоляции отдельных обмоток, в результате чего может произойти замыкание части витков или пробой изоляции между ними. При длительном воздействии влаги на обмотку и при высокой температуре окружающей среды возможна коррозия проводов, которая при их небольших диаметрах приводит к обрыву. Конструкция трансформаторов типа ТС-130-3 выдерживает без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях многократное циклическое воздействие температур и механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации.

Трансформатор разработан для установки на металлическом шасси телевизора в блоке питания и крепится винтами.

Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов типа ТС в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Намоточные данные обмоток, расположенных на двух катушках трансформатора, и электрические параметры трансформаторов типа ТС-130-3 приведены в табл. 7.11 и 7.12.

Электрическая принципиальная схема трансформатора дана на рис. 7.10.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими частями трансформатора в нормальных условиях эксплуатации не менее 50 МОм. Сопротивление изоляции обмоток трансформатора при повышенной рабочей температуре и повышенной относительной влажности снижается до 3 МОм. Изменение основных электрических параметров не превышает ±10 %, измеренных до влияния всех внешних воздействующих факторов, указанных в условиях эксплуатации трансформатора типа ТС-130-3.

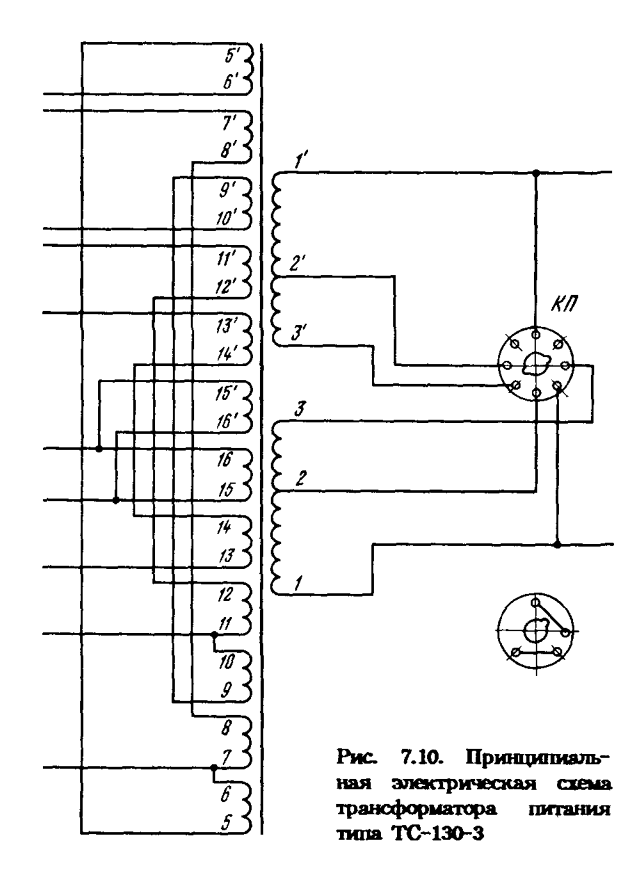


Рис. 7.10. Принципиальная электрическая схема трансформатора питания типа ТС-130-3

Условия эксплуатации трансформаторов ТС-130-3

Температура окружающей среды	−10...+70 °С
Повышенная температура:	
рабочая	70 °С
предельная	45 °С
при перегреве обмоток	80 °С
Пониженная температура:	
рабочая	5 °С
предельная	−10 °С
транспортирования	−60 °С
Смена температур (многократное циклическое воздействие)	−10....80 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С	85 %
Пониженное атмосферное давление воздуха	53,3 кПа (400 мм рт. ст.)
Повышенное давление воздуха	107 кПа (800 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...2000 Гц с ускорением, не более	15 g (147,2 м/с^2)
Многократные удары длительностью 2...15 мс с ускорением, не более	15 g (147,2 м/с^2)

Одиночные удары длительностью 40...60 мс с ускорением, не более	5 g (49,1 м/с²)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	2 g (19,6 м/с²)

Трансформатор питания типа ТС-160

Однофазные низковольтные трансформаторы питания типа ТС-160 применяются в устройствах электропитания телевизионных приемников черно-белого изображения УЛТ-40, УЛТ-47-111 и УЛТ-50-111. ("Рассвет-307", "Кварц-306", "Снежок-303", "Весна-301", "Кварц-301", "Кварц-303", "Рекорд-68-2", "Рекорд-330", "Рекорд-В300", "Рекорд-В310", "Садко-302", "Весна-305", "Старт-308" и др.).

Трансформаторы ТС-160 изготавливаются на стержневых ленточных магнитопроводах типоразмера ПЛР21×40. Трансформаторы ТСШ-160 изготавливаются на броневых шихтованных магнитопроводах Ш30×60. На этом же магнитопроводе изготавливается трансформатор мощностью 170 В·А типа ТСШ-170. Трансформатор ТС-160 взаимозаменяем с ТСШ-170 и ТСШ-160, но при этом необходимо вносить конструктивные изменения для их установки в телевизор. Трансформатор ТС-160-1 изготавливается на стержневом ленточном магнитопроводе типа ПЛ. Отличаются рассматриваемые трансформаторы друг от друга установочными размерами и числом вторичных обмоток.

Конструкция трансформаторов ТС-160 открытого варианта исполнения предназначена для эксплуатации в составе РЭА в макроклиматических районах с умеренно-холодным климатом в категориях размещения 1.1, 4.2.

Трансформаторы типа ТС-160 и ТС-170 рассчитаны на подключение к сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 или 237 В с частотой 50 Гц. Допускаемые отклонения напряжения и частоты сети питания не превышают значений, установленных государственными стандартами, и лежат в пределах ±5 и 0,1 % соответственно.

В зависимости от применяемого магнитопровода трансформаторы типа ТС-160 и ТС-170 изготавливают с одной и двумя катушками, что определяет технологию навивки обмоток и принципиальные электрические схемы.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов на стержневых магнитопроводах показаны на рис. 7.5. Конструктивные размеры трансформаторов типоразмеров ТС-160, ТСШ-160, ТСШ-170, ТС-160-1 приведены в табл. 7.10.

Условия эксплуатации трансформаторов в телевизионных приемниках определяются категориями размещения по табл. 1.45 и внешними воздействующими факторами: климатическими, механическими и биологическими, а также степенью интенсивности работы телевизора в течение срока службы. Наиболее опасным, сокращающим срок службы является воздействие влаги при повышенной температуре. При этом температура перегрева обмоток трансформатора достигает 80 °С. Уменьшение сопротивления изоляции и рост диэлектрических потерь в связи с увлажнением окружающего воздуха снижает электрическую прочность изоляции обмоток, в результате чего может произойти короткое замыкание витков обмоток или пробой изоляции между ними. При длительном воздействии влаги (30...56 суток) и высокой температуре окружающего воздуха возможна коррозия проводов, которая приводит к их обрыву. Конструкция трансформатора типа ТС-160 и технология изготовления обеспечивают надежную работу без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях при многократном циклическом воздействии температур, повышенной влажности и воздействия механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации трансформаторов питания телевизионных приемников. Технологические процессы пропитки обмоток трансформаторов, их герметизация и покрытие лаком после монтажа увеличивают срок службы как самих трансформаторов, так и надежность аппаратуры в целом.

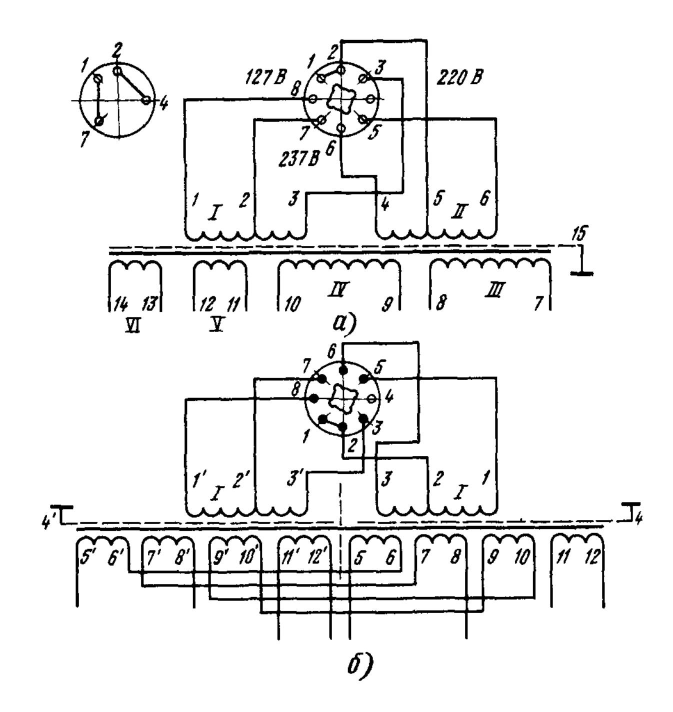


Рис. 7.11. Принципиальные электрические схемы трансформаторов питания типов:

а – ТСШ-160, ТСШ-170; *б* – ТС-160, ТС-180-2

Трансформаторы типа ТС-160 и ТС-170 разработаны для установки на металлическом шасси блока питания телевизора с дополнительным креплением четырьмя винтами, согласно разметке приведенной на рис. 7.5.

Намоточные данные обмоток и электрические параметры трансформаторов типа ТС-160 и ТС-170 приведены в табл. 7.11 и 7.12. Обмотки трансформаторов на броневых магнитопроводах расположены на одной катушке, а на стержневом магнитопроводе — на двух.

Характер зависимости изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов типа ТС в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды приведены на рис. 3.7.

Принципиальные электрические схемы трансформаторов показаны на рис. 7.11.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими частями трансформатора в нормальных условиях эксплуатации не менее 100 МОм. Сопротивление изоляции обмоток трансформатора при повышенных влажности и температуре снижается до 10 МОм. При этом изменение основных электрических параметров не превышает ±10 %, измеренных до воздействия всех внешних факторов, указанных в условиях эксплуатации.

Трансформаторы питания типа ТС-180

Однофазные низковольтные трансформаторы питания типономиналов ТС-180, ТС-180-2, ТС-180-2В и ТС-180-4 применяют в устройствах электропитания унифицирован-

ных телевизионных приемников моделей УНТ-47, УНТ-59, УЛПТ-61-11, УЛПТ-67-1 и некоторых других моделях черно-белого изображения. Трансформаторы применяют в следующих марках телевизоров: "Березка", "Восход", "Горизонт", "Электрон", "Зорька", "Изумруд", "Славутич", "Лотос", "Рубин-106", "Чайка", "Березка-201", "Березка-205", "Садко", "Огонек", "Рекорд-68", "Садко-302", "Крым-217", "Ладога-205", "Электрон-207", "Электрон-208", "Электрон-208Д", "Электрон-216", "Электрон-216Д", "Горизонт-107", "Горизонт-108", "Электрон-215", "Электрон-215Д" и другие, приведенные в табл. 7.3.

Трансформаторы типа ТС-180 изготавливают на стержневых магнитопроводах типа ПЛ21×45. Основные конструктивные размеры, габаритные и установочные размеры трансформаторов типономиналов ТС-180, ТС-180-2, ТС-180-2В, ТС-180-4 одинаковы. По электрическим параметрам трансформаторы также взаимозаменяемы. Трансформаторы типа ТС-180 рассчитаны на подключение к сети переменного тока напряжением 127 и 220 В. Остальные типоразмеры трансформаторов могут быть подключены к сети напряжением 110, 127, 220 и 237 В. Номинальная выходная мощность трансформаторов 180 В·А.

Технические характеристики стержневых магнитопроводов, а также электротехнической стали марки 3311, из которой они изготовлены, рассмотрены в первой и второй главах справочника. Толщина применяемой ленты 0,35 мм.

Конструкция трансформаторов типа ТС-180 открытого варианта исполнения предназначена для эксплуатации в составе телевизоров с учетом вариантов размещения 1.1 или 4.2 в макроклиматических районах с умеренно-холодным климатом. Применение стержневого магнитопровода определяет конструкцию трансформатора с двумя катушками, а это, в свою очередь, технологию навивки обмоток и способы влагозащиты.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТС-180 показаны на рис. 7.5. Конструктивные размеры трансформаторов типа ТС приведены в табл. 7.10.

Эксплуатация трансформаторов в телевизионных приемниках определяется категориями размещения по ГОСТ 15150—69 и внешними воздействующими факторами: климатическими, механическими и биологическими, а также степенью интенсивности работы телевизора в течение срока службы. Наиболее опасным, резко сокращающим срок службы является воздействие влаги при повышенной температуре окружающей среды. При этом температура перегрева обмоток трансформаторов типа ТС-180 может достигать 85 °С. Уменьшение сопротивления изоляции отдельных обмоток в связи с повышенным увлажнением окружающего воздуха снижает электрическую прочность изоляции обмоток, в результате чего может произойти короткое замыкание отдельных витков обмоток или пробой изоляции между ними. При длительном воздействии влаги (56 суток и более) и повышенной температуре окружающей среды возможна коррозия обмоточных проводов, которая в конечном итоге приводит к их обрыву. Конструкция трансформаторов типа ТС-180 и технология изготовления обеспечивают надежную работу без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях при многократном циклическом воздействии температур, повышенной влажности и воздействии механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации трансформаторов питания телевизионных приемников. Технологические процессы пропитки обмоток трансформаторов, их герметизация и покрытие лаком после монтажа увеличивают срок службы как самих

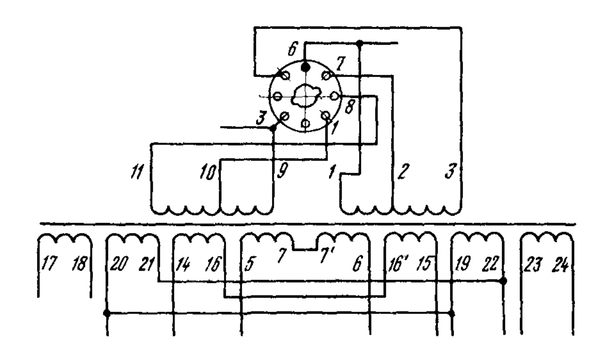


Рис. 7.12. Принципиальная электрическая схема трансформатора питания типа ТС-180

трансформаторов, так и надежность аппаратуры и блоков питания, где они применяются.

Трансформаторы типа ТС-180 устанавливают на металлическом шасси блока питания телевизора, заземляют и дополнительно крепят четырьмя винтами согласно разметке, приведенной на рис. 7.5.

Намоточные данные обмоток и электрические параметры трансформаторов типа ТС-180 рассматриваемых типоразмеров приведены в табл. 7.11 и 7.12.

Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов питания типа ТС в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Принципиальная электрическая схема трансформаторов приведена на рис. 7.12.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими деталями трансформатора в нормальных климатических условиях не менее 50 МОм. Сопротивление изоляции обмоток при повышенных температуре и влажности снижается до 3 МОм. При этом изменение основных электрических параметров не превышает ±10 %, измеренных до воздействия всех внешних факторов, указанных в условиях эксплуатации.

Трансформаторы питания типа ТС-200

Однофазные низковольтные трансформаторы типа ТС-200 применяются в неунифицированных и унифицированных телевизионных приемниках ЛПТ-61-11, ЛПТ-50-11-1, ЛПТ-59/61-11-1/2 и др. (см. табл. 7.3). Трансформаторы типоразмеров ТС-200-2 и ТС-200К применяют также в радиоприемной аппаратуре и в радиолюбительской практике.

Трансформаторы типа ТС-200 изготавливают на стержневых магнитопроводах типа ПЛР21×45 и ПЛ20×45. Конструкция трансформаторов не унифицирована, габаритные и установочные размеры индивидуальны, трансформаторы невзаимозаменяемы, рассчитаны на подключение к сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 и 237 В с частотой 50 Гц. Номинальная выходная мощность трансформаторов 200 В·А.

Конструктивные и электромагнитные параметры стержневых магнитопроводов, а также электротехнической стали, из которой они изготовляются, рассмотрены в первой и второй главах справочника. Толщина применяемой ленты из электротехнической стали 0,35 мм.

Трансформаторы типономиналов ТС-200, ТС-200К и ТС-200-2 открытого варианта исполнения предназначены для эксплуатации в составе бытовой РЭА в макроклиматических районах с умеренно-холодным климатом. Герме-

тизированные варианты исполнения трансформаторов предназначены для использования в районах с тропическим и морским климатом. Эти трансформаторы изготавливают во всеклиматическом исполнении. Применение стержневого магнитопровода определяет конструкцию и технологию изготовления трансформатора. Все обмотки трансформатора равномерно расположены на двух катушках, имеющих между собой магнитную и электрическую связь. Последовательное или параллельное соединение обмоток определяется принципиальной электрической схемой телевизионных приемников и другой РЭА.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТС-200 показаны на рис. 7.5 и 7.13. Конструктивные размеры трансформаторов типа ТС приведены в табл. 7.10.

Устойчивая работа трансформаторов в телевизионных приемниках зависит от внешних воздействующих факторов: климатических и механических, а также степени интенсивности эксплуатации телевизора в течение суток и всего срока службы. Наиболее опасным, значительно сокращающим срок службы трансформаторов является воздействие повышенной влажности при повышенной температуре окружающей среды. Температура перегрева обмоток трансформаторов типа ТС-200 может достигать 85 °С. Известно, что повышенная влажность окружающей среды значительно снижает электрическую прочность изоляции обмоток, уменьшает сопротивление изоляции, повышает риск появления короткого замыкания отдельных витков обмоток, а также пробой изоляции между ними. При длительном воздействии влаги (30...56 суток) и повышенной температуре создаются условия для коррозии обмоточных проводов и металлических деталей. Коррозия малых диаметров обмоточных проводов приводит к их обрыву. Конструкция трансформаторов типа ТС-200, особенно во всеклиматическом исполнении, и технология их изготовления обеспечивают надежную работу без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях при многократном воздействии температур при повышенной влажности и воздействии механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации трансформаторов питания. Технологические процессы изготовления и пропитки герметизирующими составами, а также лакирование после монтажа увеличивают срок службы как самих трансформаторов питания, так и аппаратуры и их функциональных блоков в целом.

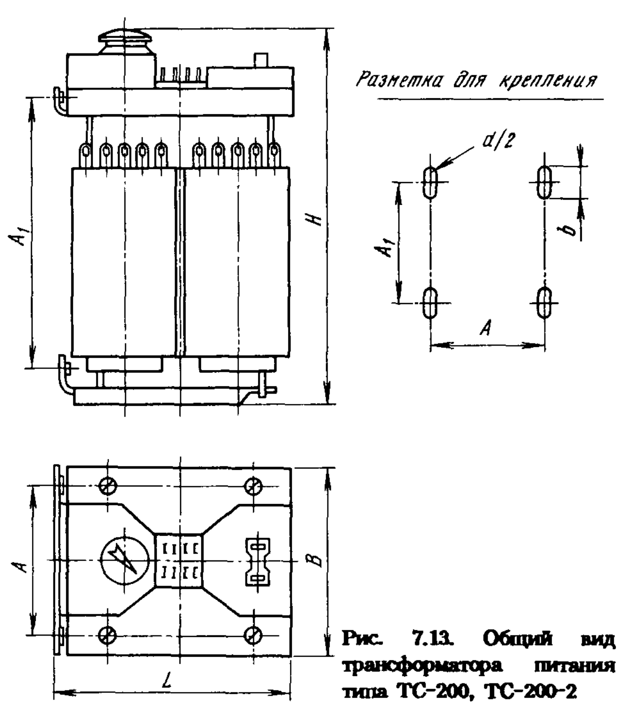


Рис. 7.13. Общий вид трансформатора питания типа ТС-200, ТС-200-2

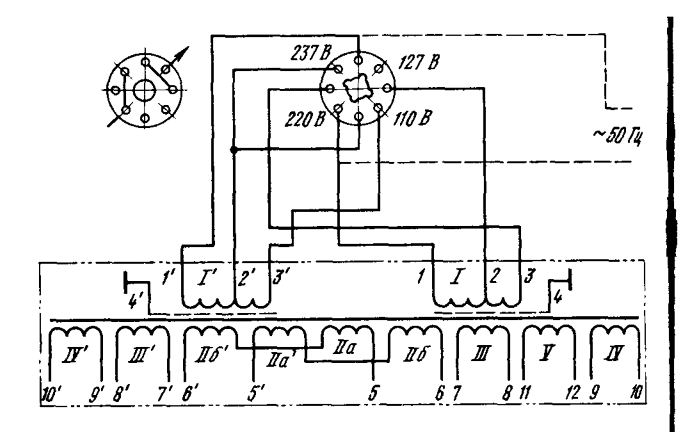


Рис. 7.14. Принципиальная электрическая схема трансформатора питания типа ТС-200-2

Трансформаторы типа ТС-200 разработаны для установки на металлическом шасси телевизора с креплением четырьмя винтами согласно разметке, приведенной на рис. 7.5 и 7.13.

Намоточные данные обмоток и электрические параметры трансформаторов типа ТС-200 приведены в табл. 7.11 и 7.12.

Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов типа ТС в режиме номинальной нагрузки от температуры окружающей среды показана на рис. 3.7.

Принципиальная электрическая схема трансформатора типономинала ТС-200-2 приведена на рис. 7.14.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими деталями трансформаторов типа ТС-200 в нормальных климатических условиях не менее 20 МОм. Сопротивление изоляции обмоток при повышенных температуре и влажности снижается до 1 МОм. При этом изменение основных электрических параметров не превышает ±10 %, измеренных до воздействия внешних факторов, указанных в условиях эксплуатации.

Трансформатор типа ТС-250

Общий вид трансформатора в сборе с установочными элементами, а также габаритные и установочные размеры показаны на рис. 7.15. Конструктивные размеры трансформатора приведены в табл. 7.10. Принципиальная схема трансформатора типа ТС-250 дана на рис. 7.16.

Трансформаторы типа ТС-250 унифицированной конструкции применяются в блоках трансформатора БТ-11 телевизоров цветного изображения УПИМЦТ-61-С-2 и УПИМЦТ-67-С-1 (см. табл. 7.3). Трансформатор ТС-250 имеет несколько модификаций ТС-250-1, ТС-250-2, ТС-250-2М, ТС-250-2П. Трансформаторы ТС-250, ТС-250-1 и ТС-250-2 применяются в блоке трансформатора типа БТ-11, а трансформаторы ТС-250-2М и ТС-250-2П — в блоке трансформатора БТ-11-1.

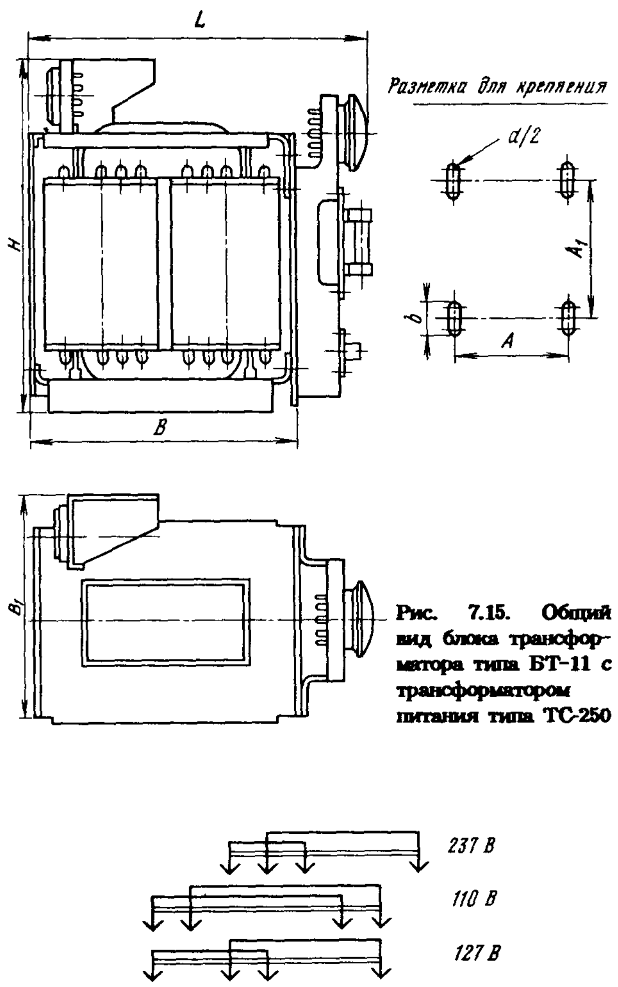


Рис. 7.15. Общий вид блока трансформатора типа БТ-11 с трансформатором питания типа ТС-250

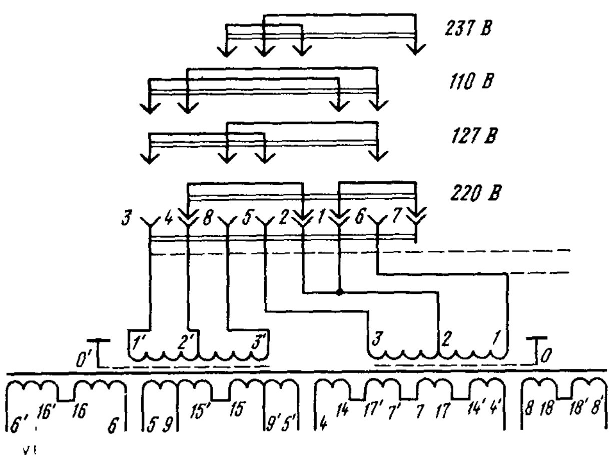


Рис. 7.16. Принципиальная электрическая схема трансформатора питания типа ТС-250

Трансформаторы питания ТС-250-2М и ТС-250-2П по сравнению с трансформаторами ТС-250, ТС-250-1 и ТС-250-2 имеют значительно меньшие массу и габаритные размеры. Кроме того, трансформаторы ТС-250-2М и ТС-250-2П рассчитаны на более надежную защиту первичной обмотки при перегреве по сравнению с трансформаторами ТС-250, ТС-250-1 и ТС-250-2. Все рассматриваемые трансформаторы взаимозаменяемы.

Необходимо заметить, что применяемый в блоке БТ-11 трансформатор ТС-250 отличается от трансформатора ТС-250-2М, используемого в блоке БТ-11-1, тем, что его первичная обмотка рассчитана на подключение к электрической сети с напряжением 110, 127, 220 и 237 В.

Переменное напряжение, снимаемое с выводов 5—5′ через контакты 4 и 5 соединителя на мостовую схему выпрямителя блока БП-11, составляет у трансформатора ТС-250 вместо 190 В — 208 В. Принципиальная электрическая схема трансформатора ТС-250, показанная на рис. 7.16, включает переключатель напряжения сети, устанавливаемый в блоке трансформатора БТ-11.

Намоточные данные трансформаторов питания типа ТС-250-2, ТС-250-2М приведены в табл. 7.11.

Основные электрические параметры трансформаторов питания типов ТС-250, ТС-250-1, ТС-250-2, ТС-250-2М и ТС-250-2П приведены в табл. 7.12.

Изготавливают трансформаторы стержневой конструкции на магнитопроводах типа ПЛ и ПЛР с двумя катушками. Разрезные ленточные магнитопроводы из электротехнических сталей марок 3311, 3312, 3314, 3316 рассмотрены во второй главе справочника. По электрическим параметрам и установочным размерам трансформаторы также взаимозаменяемы.

Конструкция трансформаторов типа ТС-250 открытого варианта исполнения предназначена для эксплуатации в составе телевизоров и другой РЭА в макроклиматических районах с умеренно-холодным климатом. Категории размещения 1.1, 4.1 и 4.2. Герметизированная конструкция изготавливается во всеклиматическом исполнении.

Эксплуатация трансформаторов в составе РЭА определяется внешними воздействующими факторами: климатическими и механическими, нормированные значения которых для бытовой РЭА установлены государственными стандартами. Существенное влияние на долговечность работы РЭА и входящих в нее трансформаторов оказывает интенсивность эксплуатации РЭА в течение срока службы. Из числа климатических факторов наиболее опасным, значительно сокращающим долговечность трансформаторов является воздействие влаги в сочетании с повышенной температурой. Допускаемая температура перегрева обмоток трансформатора в период работы может достигать 85 °С. Уменьшение сопротивления изоляции отдельных обмоток в связи с повышенной влажностью воздуха снижает электрическую прочность изоляции обмоток, в результате чего может произойти короткое замыкание отдельных витков обмоток или пробой изоляции между ними. При длительном воздействии влаги (30...56 и более суток) в условиях повышенной температуры окружающей среды возможна коррозия обмоточных проводов, которая в конечном итоге приводит к их обрыву. Конструкция трансформаторов типа ТС-250 и технология их изготовления обеспечивают надежную работу без обрывов в обмотках и без других повреждений, а также появления коррозии на металлических деталях при многократном циклическом воздействии температур (−10 и +85 °С), повышенной влажности и воздействии механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации трансформаторов питания телевизионных приемников и другой бытовой РЭА. Технологические процессы пропитки обмоток трансформаторов, их герметизация и покрытие лаком после монтажа увелнчивают срок службы как самих трансформаторов, так и аппаратуры в целом.

Трансформаторы типа ТС-250 разработаны для установки в блоки питания на металлическом основании с креплением четырьмя винтами согласно разметке, приведенной на рис. 7.15.

Намоточные данные обмоток и электрические параметры трансформаторов типа ТС-250 рассматриваемых типоразмеров приведены в табл. 7.11 и 7.12.

Зависимость изменения напряжения вторичных обмоток трансформаторов питания типа ТС в режиме номи-

нальной нагрузки от температуры окружающей среды приведена на рис. 3.7. Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими частями трансформатора в нормальных климатических условиях не менее 50 МОм. Сопротивление изоляции обмоток при повышенных температуре и влажности окружающего воздуха снижается до 3 МОм. Изменение основных электрических параметров не превышает ±10 %, измеренных до воздействия внешних факторов, указанных в условиях эксплуатации.

Трансформаторы питания типа ТС-270

Однофазные низковольтные трансформаторы питания номинальной выходной мощностью 270 В·А типономиналов ТС-270-1, ТС-270-2, ТСА-270-1, ТСА-270-2 применяются в телевизионных приемниках моделей УЛПЦТ-61-11, УЛПЦТИ-61-11, в составе которых имеются блоки питания типа БП-3 или БА-7 (см. табл. 7.3).

Особенностью трансформаторов типономиналов ТСА-270-1 и ТСА-270-2 является использование для их обмоток алюминиевого провода вместо медного. Поэтому при одинаковой принципиальной электрической схеме и напряжениях на отводах обмоток трансформаторы имеют разные числа витков и сопротивления. Трансформаторы взаимозаменяемы.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТС-270 показаны на рис. 7.5. Конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл. 7.10.

Изготавливают трансформаторы типа ТС-270 на стержневых магнитопроводах типа ПЛ, основные технические характеристики которых рассмотрены во второй главе справочника. Электромагнитные параметры ленты, из которой навиваются магнитопроводы, рассмотрены в первой главе справочника. Толщина используемой ленты из электротехнической стали 0,35 мм. Применение стержневого магнитопровода определяет конструкцию трансформатора и технологию его изготовления. Все обмотки трансформатора равномерно расположены на двух катушках, имеющих между собой магнитную и электрическую связь. Последовательное или параллельное соединение обмоток трансформатора зависит от принципиальной электрической схемы телевизионного приемника.

Трансформаторы открытого варианта исполнения предназначены для эксплуатации в составе бытовой РЭА в макроклиматических районах с умеренно-холодным климатом. Герметизированные варианты исполнения трансформаторов изготавливаются во всеклиматическом исполнении.

Бесперебойная устойчивая работа трансформаторов питания типа ТС-270 в телевизионных приемниках зависит от воздействующих внешних климатических и механических факторов, а также от степени интенсивности эксплуатации телевизора в течение суток и всего срока службы. Из климатических факторов наиболее опасными являются повышенная влажность в сочетании с повышенной температурой окружающей среды. Температура перегрева обмоток трансформаторов может достигать до 85 °С. Повышенная влажность окружающей среды значительно снижает электрическую прочность изоляции обмоток трансформатора, уменьшает сопротивление изоляции, повышает возможность короткого замыкания отдельных витков обмоток, а также пробой изоляции между ними. Коррозия малых диаметров обмоточных проводов приводит к их обрыву.

Конструкция трансформаторов типа ТС-270 в открытом и герметизированном вариантах исполнения, а также

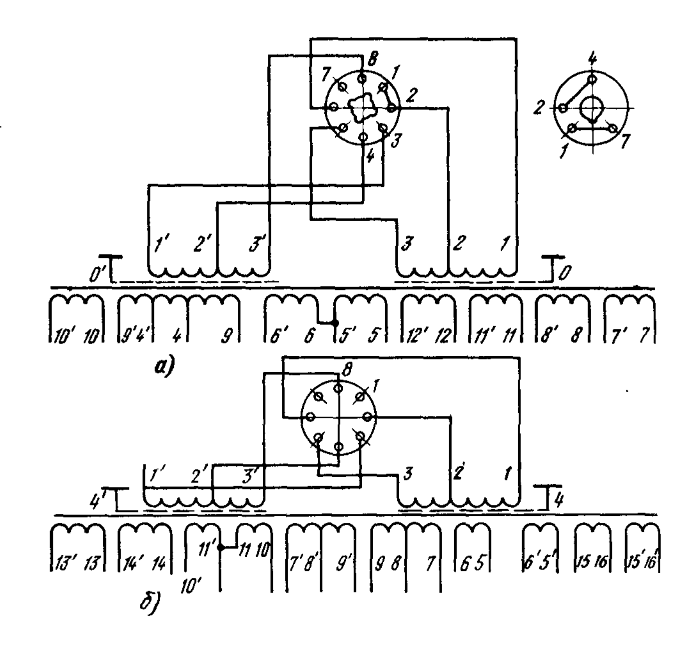


Рис. 7.17. Принципиальная электрическая схема блоков питания типа БП-3, БП-7 с трансформатором типа ТС-270, ТСА-270

новые технологические процессы изготовления обеспечивают надежную работу без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических частях при многократном воздействии температур при повышенной влажности и воздействии механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации трансформаторов питания телевизионных приемников. Технологические процессы изготовления и пропитки обмоток герметизирующими составами, а также лакирование после монтажа увеличивают срок службы как самих трансформаторов, так и аппаратуры в целом.

Трансформаторы типа ТС-270 устанавливают на металлическом шасси блока питания, крепят четырьмя винтами и заземляют.

Намоточные данные обмоток и электрические параметры трансформаторов питания типа ТС-270 приведены в табл. 7.11 и 7.12.

Принципиальная электрическая схема трансформатора показана на рис. 7.17.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими деталями конструкции блока трансформатора в нормальных климатических условиях не менее 100 МОм. Сопротивление изоляции обмоток при повышенных температуре и влажности снижается до 10 МОм.

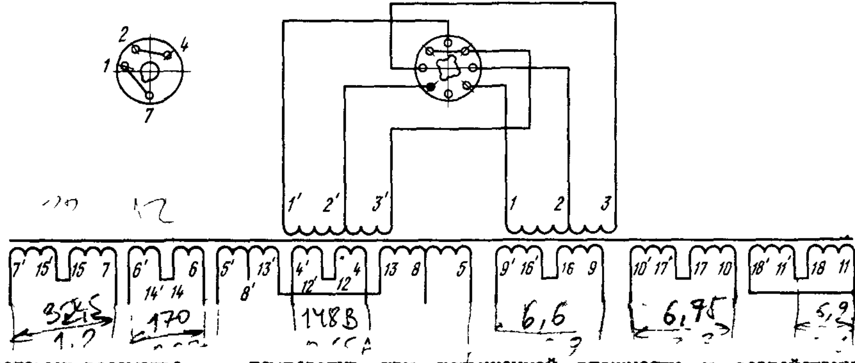
Трансформаторы питания типов СТ-310, ТСА-310, СТ-320

Однофазные низковольтные трансформаторы питания номинальной мощностью 310...320 В·А применяются в блоках питания БП-1 и БП-2 телевизоров модели УЛПЦТ-59/61-11 (см. табл. 7.3).

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры трансформаторов показаны на рис. 7.5. Конструктивные размеры приведены в табл. 7.10.

Изготавливают трансформаторы типономиналов СТ-310, ТСА-310, СТ-320 на стержневых магнитопроводах типа ПЛ,

Рис. 7.18. Принципиальная электрическая схема трансформаторов питания типа СТ-310, ТСА-310 блока питания БП-2



основные технические характеристики которых рассмотрены во второй главе справочника. Применение стержневых магнитопроводов определяют конструкцию трансформаторов и технологию их изготовления. Все обмотки трансформаторов равномерно расположены на двух катушках, имеющих между собой магнитную и электрическую связь. Последовательное или параллельное соединение обмоток трансформатора зависит от принципиальной электрической схемы телевизионного приемника.

Трансформаторы открытого варианта исполнения предназначены для эксплуатации в составе бытовой РЭА в макроклиматических районах с умеренно-холодным климатом. Герметизированные трансформаторы изготавливаются во всеклиматическом исполнении.

Надежная и устойчивая работа трансформаторов питания типономиналов СТ-310, ТСА-310, СТ-320 в телевизионных приемниках зависит от воздействующих внешних климатических и механических факторов, а также от степени интенсивности эксплуатации телевизора в течение суток и всего срока службы. Из климатических факторов наиболее опасными являются повышенная влажность в сочетании с повышенной температурой окружающей среды. Температура перегрева обмоток трансформаторов не превышает предельных значений, указанных в условиях эксплуатации. Повышенная влажность окружающей среды значительно снижает электрическую прочность изоляции обмоток трансформатора, уменьшает сопротивление изоляции, повышает возможность короткого замыкания, а также пробой изоляции между обмотками. Коррозия малых сечений обмоточных проводов приводит к их обрыву.

Конструкции трансформаторов как открытого, так и герметизированного вариантов исполнения обеспечивают надежную работу трансформаторов без обрывов в обмотках и других повреждений, а также появления коррозии на металлических частях при многократном воздействии

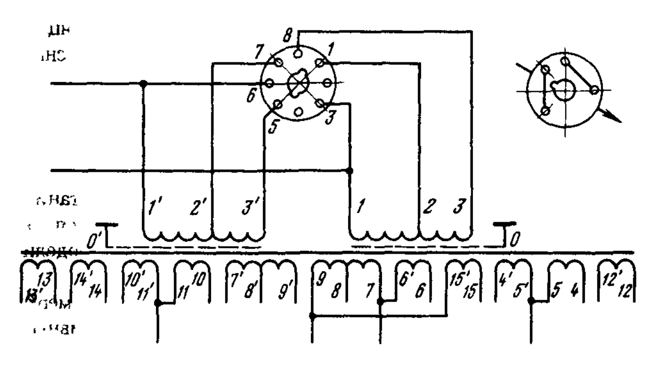


Рис. 7.19. Принципиальная электрическая схема блока питания типа БП-1 с трансформатором типа СТ-320

температур при повышенной влажности и воздействии механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации. Технологические процессы изготовления трансформаторов, основанные на современной технологии, а также пропитка обмоток герметизирующими составами увеличивают срок службы как самих трансформаторов, так и аппаратуры в целом.

Трансформаторы типономиналов СТ-310, ТСА-310 и СТ-320 устанавливают на металлическом шасси блока питания, крепят четырьмя винтами и заземляют.

Намоточные данные обмоток и электрические параметры трансформаторов питания типономиналов СТ-310, ТСА-310, СТ-320 приведены в табл. 7.11 и 7.12.

Принципиальная электрическая схема трансформаторов показана на рис. 7.18 и 7.19.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими деталями трансформаторов в нормальных условиях не менее 50 МОм.

Трансформаторы типа ТС-360М

Однофазные низковольтные трансформаторы питания типа ТС-360М применяются в телевизорах цветного изображения модели ЛПЦТ-59-11-1 (см. табл. 7.3). Номинальная выходная мощность трансформатора равна 360 В·А. Трансформатор рассчитан на подключение к сети переменного тока напряжением 110, 127, 220 или 237 В с частотой 50 Гц.

Изготавливают трансформаторы на стержневых магнитопроводах типа ПЛ28×50. Технические характеристики указанных магнитопроводов приведены во второй главе справочника. Для изготовления магнитопроводов применяют электротехническую сталь марки 3311 толщиной 0,35 мм.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типа ТС-360М показаны на рис. 7.5. Конструктивные размеры трансформаторов типа ТС приведены в табл. 7.10.

Применение стержневого магнитопровода определяет конструкцию трансформатора, его габаритные размеры и двухкатушечное исполнение. Все обмотки равномерно расположены на двух катушках, имеющих между собой магнитную и электрическую связь. Последовательное или параллельное соединение вторичных обмоток трансформатора расширяет его возможности и зависит от принципиальной электрической схемы РЭА.

На устойчивую работу трансформаторов оказывают существенное влияние внешние воздействующие факторы. Из климатических факторов наиболее опасными являются повышенные влажность и температура окружающей среды. Повышенная влажность значительно снижает электрическую прочность изоляции обмоток трансформатора, уменьшает сопротивление изоляции, повышает возможность

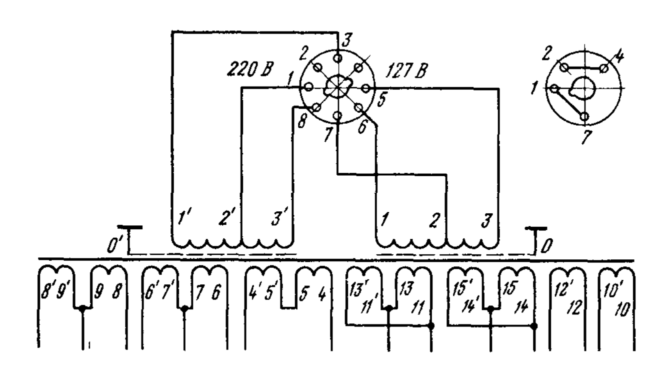


Рис. 7.20. Принципиальная электрическая схема трансформатора типа ТС-360М для питания телевизора ЛПТЦ-59-II-1

короткого межвиткового замыкания. Коррозия малых диаметров обмоточных проводов приводит к их обрыву.

Конструкция трансформаторов типа ТС-360М обеспечивает надежную работу в блоках питания телевизоров без обрывов в обмотках и других повреждений, а также без появления коррозии на металлических частях при многократном циклическом воздействии температур при повышенной влажности и воздействии механических нагрузок, указанных в условиях эксплуатации. Современные новые технологические процессы изготовления трансформаторов и пропитка обмоток герметизирующими составами увеличивают срок службы как самих трансформаторов, так и аппаратуры в целом.

Трансформаторы устанавливают на металлическом шасси телевизора, крепят четырьмя винтами и заземляют.

Намоточные данные обмоток и электрические параметры трансформаторов типа ТС-360М приведены в табл. 7.11 и 7.12. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 7.20.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и металлическими частями трансформатора в нормальных условиях не менее 100 МОм.

7.2. Трансформаторы питания импульсные

В современных моделях телевизионных приемников широкое применение находят импульсные трансформаторы питания, работающие в составе блоков питания или модулей питания, обеспечивая преимущества, рассмотренные в главе, посвященной унифицированным импульсным трансформаторам питания. Телевизионные импульсные трансформаторы имеют ряд существенных особенностей по конструктивному исполнению и техническим характеристикам.

Импульсные сетевые блоки и модули питания телевизионных приемников, питающиеся от сети переменного тока напряжением 127 или 220 В с частотой 50 Гц, применяются для получения напряжений переменного и постоянного тока, необходимых для питания всех функциональных узлов телевизора. Эти блоки и модули питания отличаются от рассмотренных традиционных меньшей материалоемкостью, большей удельной мощностью и более высоким КПД, что обусловлено отсутствием трансформаторов питания типа ТС, работающих на частоте 50 Гц, и использованием импульсных стабилизаторов вторичных напряжений вместо компенсационных непрерывного действия.

В импульсных сетевых блоках питания переменное напряжение сети преобразуется в сравнительно высокое напряжение постоянного тока с помощью бестрансформаторного выпрямителя с соответствующим фильтром. Напряжение с выхода фильтра поступает на вход импульсного стабилизатора напряжения, который понижает напряжение с 220 В до 100...150 В и стабилизирует его. От стабилизатора питается инвертор, выходное напряжение которого имеет форму прямоугольного импульса с повышенной частотой до 40 кГц.

Выпрямитель с фильтром преобразует это напряжение в напряжение постоянного тока. Переменное напряжение получают непосредственно от инвертора. Высокочастотный импульсный трансформатор инвертора устраняет гальваническую связь между выходом блока питания и сети питания. Если не предъявляются повышенные требования к стабильности выходных напряжений блока, то стабилизатор напряжения не применяется. В зависимости от конкретных требований, предъявляемых к блоку питания, он может содержать различные дополнительные функциональные узлы и цепи, так или иначе связанные с импульсным трансформатором: стабилизатор выходного напряжения, устройство защиты от перегрузок и аварийных режимов, цепи первоначального запуска, подавления помех и др. Для блоков питания телевизоров характерно использование инверторов, частота переключения которых определяется насыщением силового трансформатора. В этих случаях применяются инверторы с двумя трансформаторами.

В блоке питания с выходной мощностью 180 В·А при токе нагрузки 3,5 А и частоте преобразования 27 кГц применяются два импульсных трансформатора на кольцевых магнитопроводах. Первый трансформатор изготавливают на двух кольцевых магнитопроводах К31×18,5×7 из феррита марки 2000НН. Обмотка I содержит 82 витка провода ПЭВ-2 0,5, обмотка II — 16 + 16 витков провода ПЭВ-2 1,0, обмотка III — 2 витка провода ПЭВ-2 0,3. Второй трансформатор изготавливают на кольцевом магнитопроводе К10×6×5 из феррита марки 2000НН. Обмотки выполнены из провода ПЭВ-2 0,3. Обмотка I содержит десять витков, обмотки II и III — по шести витков. Обмотки I обоих трансформаторов размещены равномерно по магнитопроводу, обмотка III первого трансформатора размещается на месте, не занятом обмоткой II. Обмотки изолированы между собой лентой из лакоткани. Между обмотками I и II первого трансформатора изоляция трехслойная, между остальными обмотками — однослойная.

В блоке питания: номинальная мощность нагрузки 100 В·А, выходное напряжение не менее ±27 В при номинальной выходной мощности и не менее ±31 В при выходной мощности 10 В·А, КПД — примерно 85 % при номинальной выходной мощности, частота преобразования 25...28 кГц, применяются три импульсных трансформатора. Первый трансформатор выполнен на кольцевом магнитопроводе К10×6×4 из феррита марки 2000НМС, обмотки — из провода ПЭВ-2 0,31. Обмотка I содержит восемь витков, остальные обмотки — по четыре витка. Второй трансформатор выполнен на кольцевом магнитопроводе К10×6×4 из феррита марки 2000НМ3, обмотки намотаны проводом ПЭВ-2 0,41. Обмотка I представляет собой один виток, обмотка II содержит два витка. Третий трансформатор имеет сердечник типа Ш7×7 из феррита марки 3000НМС. Обмотка I содержит 60×2 витков (2 секции), а обмотка II — 20 витков провода ПЭВ-2 0,31, обмотки III и IV — по 24 витка провода ПЭВ-2 0,41. Обмотки II, III, IV располагаются между секциями обмотки I. Под обмотками

III и IV и над ними помещены экраны в виде замкнутого витка медной фольги. Магнитопровод третьего трансформатора гальванически соединен с положительным полюсом первичного выпрямителя. Такая конструкция трансформатора необходима для подавления помех, источником которых является мощный инвертор блока.

Применение импульсных трансформаторов обеспечивает повышение показателей надежности и долговечности, снижение габаритных размеров и массы блоков и модулей питания. Но необходимо отметить также, что импульсные стабилизаторы, применяемые в блоках питания телевизоров, имеют следующие недостатки: более сложное устройство управления, повышенный уровень шумов, радиопомех и пульсации выходного напряжения и одновременно худшие динамические характеристики.

В задающих генераторах строчной или кадровой разверток, работающих по схеме блокинг-генераторов, применяются импульсные трансформаторы и автотрансформаторы. Эти трансформаторы (автотрансформаторы) являются элементами с сильной индуктивной обратной связью. В технической литературе импульсные трансформаторы и автотрансформаторы для строчной развертки сокращенно обозначаются БТС и БАТС; для кадровой развертки — БТК и ТБК. Импульсные трансформаторы БТК и ТБК по конструкции практически не отличаются от других трансформаторов. Изготавливают трансформаторы как для объемного, так и для печатного монтажа.

В блоках и модулях питания применяются импульсные трансформаторы типов ТПИ-2, ТПИ-3, ТПИ-4-2, ТПИ-5 и др.

Намоточные данные трансформаторов, работающих в импульсном режиме, применяемых в стационарных и переносных телевизионных приемниках, приведены в табл. 7.13.

Таблица 7.13. **Намоточные данные импульсных трансформаторов, применяемых в телевизорах**

Обозначение типономинала трансформатора	Тип магнитопровода	Наименование обмотки трансформатора	Выводы обмотки	Тип намотки	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
ТПИ-2	К	Намагничивающая	15—18	Рядовая	23	ПЭВТЛ-2 0,45	0,3
		То же	18—14	То же	36	ПЭВТЛ-2 0,45	0,5
		Стабилизации	10—13	—"— шаг 2,5 мм	13	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		Положительной обратной связи	12—11	Рядовая в два слоя	2	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		Выпрямителей с напряжениями, В:		Рядовая в два провода			
		130	5—8		45	ПЭВТЛ-2 0,45	0,6
		28	8—9		6	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		12	9—4	7	7	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		15	6—7		7	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		6,3	2—1		4	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
ТПИ-3	Тип К	Намагничивания	1—11	Рядовая в два провода	45	ПЭВТЛ-2 0,45	0,3
		То же	11—19				
		—"—	11—19	То же	39	ПЭВТЛ-2 0,45	0,5
		Стабилизации	7—13	Рядовая	16	ПЭВТЛ-2 0,45	1,1
		Выпрямителей с напряжениями, В:					
		135	6—12	То же	84	ПЭВТЛ-2 0,45	1,2
		28	8—12	Рядовая в два провода	18	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		15	10—20	То же	10	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		12	12—18	—"—	10	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		Экраны	14, 15, 16, 17	Фольга один слой	—	Фольга	—
		Положительной обратной связи	5—3	Рядовая	2	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
ТПИ-5	Тип К или Ш (УШ)	Намагничивания	1—11	Рядовая в два провода	23	ПЭВТЛ-2 0,45	0,3
		Намагничивания	11—19	Рядовая	42	ПЭВТЛ-2 0,45	0,6
		Стабилизации	7—13	Рядовая, шаг 2,5 мм	14	ПЭВТЛ-2 0,45	0,3
		Выпрямителей с напряжением, В:					
		135	6—12	Рядовая	81	ПЭВТЛ-2 0,45	1,1
		28	8—12	Рядовая в два провода	16	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		15	10—20	То же	9	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		12	12—18	—"—	9	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2

Обозначение типономинала трансформатора	Тип магнито-провода	Наименование обмотки трансфор-матора	Выводы обмотки	Тип намотки	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивле-ние постоянному току, Ом
		Экраны	14, 15, 16, 17	Рядовая	По одному слою	Фольга	—
		Положительной обратной связи	5—3	То же	2	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
ТПИ-4-2	Тип К или Ш (УШ)	Намагничивания	1—11	Рядовая в два провода	23	ПЭВТЛ-2 0,45	0,3
		То же	11—19	Рядовая	42	ПЭВТЛ-2 0,45	0,6
		Стабилизации	7—13	Рядовая, шаг 2,5 мм	18	ПЭВТЛ-2 0,25	1,2
		Выходных выпрямителей с напряжением, В:					
		130	6—12	Рядовая	94	ПЭВТЛ-2 0,45	0,6
		28	8—12	Рядовая в два провода	20	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		15	10—20	Рядовая в	11	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		12	12—18	два провода	12	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
		Экраны	14, 15, 16, 17	Рядовая	Один слой	Фольга	—
		Положительной обратной связи	5—3	То же	2	ПЭВТЛ-2 0,45	0,2
БТС	3411 0,1×10×50 12 пластин	Первичная	1—2	—"—	100	ПЭЛ 0,2	3,3
		Вторичная	3—4	—"—	200	ПЭЛ 0,2	5,2
БАТС	Т32×6×2	Первичная	1—2	Универсаль-	600	ПЭЛШО 0,1	42
		Вторичная	3—4	ная	1000	ПЭЛШО 0,1	70
БТС-1 П23	Чашка М2000 НМ-1	Первичная	1—2	Рядовая	400	ПЭВ 0,15	10
		Вторичная	3—4	То же	80	ПЭВ 0,15	1,7
ТПВ-1	УШ	Первичная	1—2	Рядовая	140	ПТВ-939 0,39	1,88
		Рекуперационная	3—4	То же	127	ПТВ-939 0,15	8,5
		Первичная	5—6	—"—	125	ПТВ-939 0,51	0,2
		Обратной связи	7—8	—"—	6	ПТВ-939 0,15	0,5
		Выходная	9—10	—"—	114	ПТВ-939 0,15	8,9
		То же	10—11	—"—	28	ПТВ-939 0,51	0,2
		—"—	11—12	—"—	17	ПТВ-939 0,8	0,2
		—"—	13—14	—"—	17	ПТВ-939 0,44	0,2
		—"—	15—16	—"—	3/	ПТВ-939 0,44	R<0,2
ТПИ	Ш	Первичная сетевая	13—14	Рядовая в 2 провода	98	ПЭВТЛ-2 0,5	0,6
		Вторичная 6,3 В	2—1	Рядовая	5	ПЭВТЛ-2 0,75	R<0,2
		То же 26 В	10—13	То же	19	ПЭВТЛ-2 0,75	0,2
		—"— 26 В	6—12	—"—	18	ПЭВТЛ-2 0,18	0,5
		—"— 15 В	5—12	—"—	9	ПЭВТЛ-2 0,28	0,3
		—"— 15 В	1—4	—"—	6	ПЭВТЛ-2 0,75	R<0,2
		—"— 60 В	3—9	—"—	29	ПЭВТЛ-2 0,75	0,2
ТМС-15	Тип Ш или К	Первичная	1—2	Рядовая	440	ПЭВ-2 0,15	13,5
		Вторичная	3—4	То же	65	ПЭВ-2 0,15	0,54
		То же	5—6	—"—	20	—"—	R<0,2
ТМС-16	Тип Ш или К	Первичная	1—2	—"—	120	ПЭВ-2 0,12	5
		Вторичная	3—4	—"—	120	ПЭВ-2 0,12	5
		То же	5—6	—"—	120	ПЭВ-2 0,12	5
ТПИ Ц-410	Тип Ш или УШ	Первичная	6—5	—"—	25	ПЭВТЛ-2 0,18	0,4
		Коллекторная	1—2	Рядовая в два провода	70	ПЭВТЛ-2 0,18	1,1
		Базовая	3—4	Рядовая	11	ПЭВТЛ-2 0,18	0,2

Обозначение типономинала трансформатора	Тип магнитопровода	Наименование обмотки трансформатора	Выводы обмотки	Тип намотки	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
ТПИ-1 Ц-410	Тип Ш или К	Первичная	5—4	Рядовая в два провода	100	ПЭВТЛ-2 0,18	2,7
		Вторичная связи	7—3	Рядовая	20	ПЭВТЛ-2 0,18	0,5
		Базовая	2—1	То же	12	ПЭВТЛ-2 0,315	0,2
БТС Ц-401	Чашка	Первичная	1—2	—"—	500	ПЭВ-1 0,08	40
	М2000 НМ-4	Вторичная	3—4	—"—	100	ПЭВ-1 0,08	10
БТС "Юность"	Ш4×4	Первичная	1—2	Рядовая	285,5	ПЭВ 0,15	7,3
	НМ2000	Вторичная	3—4	То же	58,5	ПЭВ 0,15	1,4
БТК	Ш4×4	Первичная	1—2	—"—	1300	ПЭЛ 0,08	440
		Вторичная	3—4	—"—	3000	ПЭВ 0,08	715
БТК-П	Ш7×7	Первичная	1—2	—"—	1500	ПЭЛ 0,07	240
	феррит	Вторичная	3—4	—"—	3000	ПЭЛ 0,07	650
БТК-ПМ	Ш7×7	Первичная	1—2	—"—	1150	ПЭВ 0,1	120
		Вторичная	3—4	—"—	2300	ПЭЛ 0,1	315
ТБК-П-2	УШ4	Первичная	1—2	—"—	550	ПЭВ 0,13	21
	3412	Вторичная	3—4	—"—	110	ПЭЛ 0,13	5,3
ТБК-П-4	Ш4×6	Первичная	1—2	—"—	110	ПЭВ 0,23	1,4
		Вторичная	3—4	—"—	550	ПЭВ 0,1	42
БТК-П23	ОШ4×4	Первичная	1—2	—"—	400	ПЭВ 0,15	10
		Вторичная	3—4	—"—	80	ПЭВ 0,15	4,7
ТБК	УШ10	Первичная	1—2	—"—	80	ПЭВ 0,33	11
		Вторичная	3—4	—"—	320	ПЭВ 0,2	8,1

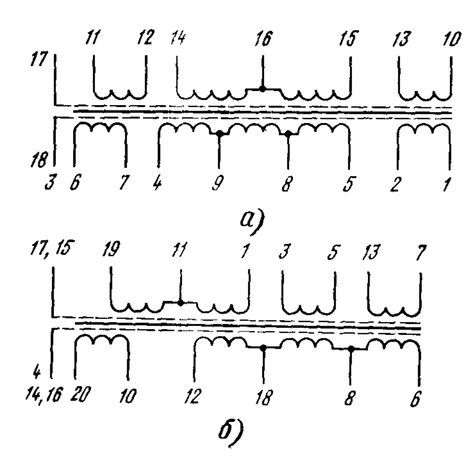


Рис. 7.21. Принципиальная электрическая схема импульсных трансформаторов питания телевизоров типов:

а – ТПИ-2; *б* – ТПИ-3

Электрические принципиальные схемы импульсных трансформаторов питания телевизоров показаны на рис. 7.21.

Импульсные трансформаторы питания применяются в импульсных устройствах электропитания с промежуточным преобразованием напряжения сети 127 или 220 В с частотой 50 Гц в импульсы прямоугольной формы с частотой следования до 30 кГц, выполненные в виде модулей или блоков питания: БП, МП-1, МП-2 и т. д. Модули имеют одинаковую схему и отличаются только типом используемого импульсного трансформатора и номиналом одного из конденсаторов на выходе фильтра, что определяется особенностями модели, в которой они применяются.

В табл. 7.14 приведены унифицированные трансформаторы электропитания типа ТПИ, используемые в телевизионных приемниках.

Таблица 7.14. **Унифицированные трансформаторы электропитания типа ТПИ, используемые в телевизионных приемниках**

Модель телевизора	Устройство электропитания	Типоразмер трансформатора	Тип конденсатора
ЗУСЦТ-61	МП-1	ТПИ-3	К-50-35-160В-100 мкФ
ЗУСЦТ-67	МП-2	ТПИ-5	К-50-35-250В-20 мкФ
ЗУСЦТ-51	МП-3	ТПИ-4-2	К-50-160В-100 мкФ
4УПИЦТ-51	БП	ТПИ-2	К-50-35-50В-100 мкФ, К-50-35-250В-100 мкФ

Глава восьмая

ТРАНСФОРМАТОРЫ СИГНАЛЬНЫЕ ВЫХОДНЫЕ

8.1. Трансформаторы сигнальные выходные звуковой частоты

Выходные трансформаторы типа ТВЗ предназначены для согласования высокоомного выходного каскада УЗЧ с низкоомной звуковой катушкой громкоговорителя.

Согласующие сигнальные трансформаторы звуковой частоты предназначены для эксплуатации в радиовещательных и телевизионных приемниках, электрофонах, магнитофонах и другой бытовой радиоаппаратуре, изготовляемой для народного хозяйства.

Трансформаторы типа ТВЗ изготавливают в климатическом исполнении УХЛ категорий 4.2, 2.1, 1.1, в климатическом исполнении В категорий 4.2, 2.1, 1.1, 1, 2, 4 по ГОСТ 15150–69.

Трансформаторам присвоено условное обозначение, которое применяется при разработке конструкторской документации и при заказе. Условное обозначение трансформаторов состоит из слова "трансформатор", буквы В для всеклиматического исполнения, обозначения типа трансформатора и соответствующего стандарта или ТУ.

К трансформаторам типа ТВЗ предъявляются разнообразные технические требования к конструкции, электрическим параметрам и режимам эксплуатации, стойкости к внешним воздействующим факторам, надежности и долговечности.

Общий вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформаторов приводятся, как правило, в стандартах или ТУ на трансформаторы конкретных типов. Унифицированные типы трансформаторов показаны на рис. 4.1–4.4, 4.7, 4.8.

Рассматриваемые в настоящем параграфе выходные трансформаторы относятся к неунифицированным, поэтому имеют множество вариантов конструктивных исполнений и находятся в прямой зависимости от конструкции РЭА. Применяемые в них магнитопроводы рассмотрены во второй главе справочника.

Требования к конструкции. Покрытие выводов, предназначенных для пайки, не должно иметь просветов основного металла, коррозийных поражений, пузырей, отслаивания и шелушения. Масса трансформаторов не должна превышать значений, установленных в конструкторской документации на конкретные типы. Выводы трансформаторов, включая места их присоединения, должны выдерживать без механических повреждений воздействие механических факторов: растягивающей силы, направленной вдоль оси вывода, и изгибающей силы для гибких проволочных выводов. Выводы трансформаторов сохраняют способность к пайке без дополнительного обслуживания в течение 12 мес. с даты изготовления. Трансформаторы звуковой частоты должны быть теплостойкими при пайке паяльником мощностью до 150 В·А в течение до 10 с. Трансформаторы для категории размещения 2.1 не должны иметь резонансных частот в диапазоне верхних частот. Металлическая арматура должна быть коррозийно стойкой.

Требования к электрическим параметрам и режимам эксплуатации. Модуль полного сопротивления (входного) трансформаторов, установленный для частоты 1000 Гц, имеет допускаемое отклонение в пределах ±20 %.

Частотные искажения, вносимые трансформатором в заданной полосе пропускания частот, должны соответствовать значениям, установленным в конструкторской документации на трансформаторы конкретных типов. Нелинейные искажения, вносимые трансформатором при заданной номинальной мощности (ГОСТ 17596–72) в полосе пропускания частот, указываются в ТУ. Сопротивление обмоток постоянному току устанавливается с допускаемым отклонением в пределах ±15 %. Коэффициенты трансформации устанавливаются по ГОСТ 17596–72 с допускаемым отклонением ±7 %. Сопротивление изоляции между обмотками трансформатора, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом не должно быть менее 100 МОм. Электрическая прочность изоляции между обмотками трансформатора, каждой обмоткой и магнитопроводом должна сохраняться при воздействии испытательного переменного напряжения с частотой 50 Гц, указанного в табл. 8.1. Электрическая прочность межвитковой и межслоевой изоляции обмоток должна сохраняться при воздействии удвоенного номинального напряжения с частотой не менее удвоенной нижней частоты полосы пропускания в течение 1 мин.

Требования к стойкости при воздействии внешних факторов. Трансформаторы сигнальные звуковой частоты для бытовой РЭА должны быть стойкими к воздействию механических факторов, указанных в табл. 8.2, климатических факторов, указанных в табл. 8.3. В табл. 8.2 и 8.3 приведены нормированные значения характеристик, которые в зависимости от конкретного назначения трансформатора в технически обоснованных случаях могут быть изменены, и установлены другие значения при повышенных температурах.

Требования к надежности. Требования к надежности трансформаторов для бытовой РЭА установлены в ГОСТ 25359–82. Интенсивность отказов, отнесенная к нормальным климатическим условиям, выбирается из ряда: $1\cdot10^{-6}$; $5\cdot10^{-7}$ 1/ч и далее по ГОСТ 25359–82. Наработка на отказ трансформаторов не должна быть менее 10 000 ч. 95 %-ный срок сохраняемости трансформаторов при хранении их в условиях, установленных ГОСТ 21493–76, должен быть 5 лет с момента изготовления.

Надежную работу трансформаторов в РЭА обеспечивают правильным выбором условий эксплуатации, рассмот-

Таблица 8.1. **Предельные значения испытательного напряжения для трансформаторов сигнальных звуковой частоты**

Максимальное пиковое рабочее напряжение $U_п$, В	Испытательное напряжение для трансформаторов, работающих в аппаратуре, $В_{эфф}$	
	с универсальным питанием или только от сети	с автономным питанием
Более 34	$2U_п+1500$, но менее 2000	$U_п+1000$
24...34	500	500
Менее 24	500	200

Таблица 8.2. **Стойкость трансформаторов звуковой частоты к воздействию механических факторов**

Воздействующий фактор и его характеристика	Значение характеристики	Примечание
Синусоидальная вибрация:		
диапазон частот, Гц	1...80	Трансформаторы категорий размещения 1.1 и 2.1
амплитуда ускорения, g (м/с²)	5 (49,1)	
Многократные удары:		
длительность удара, мс	2...15	Ударная прочность – для трансформаторов категорий размещения 4.2, 2.1 и 1.1
пиковое ударное ускорение, g (м/с²)	15 (147,1)	Ударная устойчивость – для трансформаторов категорий размещения 2.1 и 1.1
Одиночные удары:		
длительность удара,	2...6	
пиковое ударное ускорение, g (м/с²)	10 (98,1)	
Линейные (центробежные нагрузкн:		
пиковое ударное ускорение, g (м/с²)	10 (98,1)	

Таблица 8.3. **Стойкость трансформаторов звуковой частоты к воздействию климатических факторов**

Воздействующий фактор	Значение характеристики	Климатическое исполнение
Пониженное атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	70 (525)	УХЛ
Повышенное атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	107 (800)	В
Повышенная рабочая температура среды, °С	55	УХЛ 4.2; В 4.2
	60	УХЛ 2.1; 1.1
	70	В
Повышенная предельная температура среды, °С	60	
Пониженная рабочая температура среды, °С	1	УХЛ 4.2; В 4.2
	−10	УХЛ 1.1; В 1.1
	−25	УХЛ 2.1; В 2.1
Пониженная предельная температура среды, °С	−60	
Повышениая относительная влажность воздуха:		
при 25 °С, % степень жесткости I	80	УХЛ 4.2
при 35 °С, % степень жесткости VI	98	В 4.2
при 25 °С, % степень жесткости III	98	УХЛ 2.1
при 35 °С,% степень жесткости X	95±3	В 2.1
при 25 °С, % степень жесткости II	98	УХЛ 1.1
при 35 °С, % степень жесткости XI	98	В 1.1
Плесневые грибы	–	В

ренных в первой главе справочника. Монтаж трансформаторов в РЭА осуществляется методом групповой пайки или паяльником. При групповой пайке применяют припой марки ПОС 61 по ГОСТ 21931–76. Применяемый флюс должен состоять из 25 % по массовой доле канифоли и 75 % этилового спирта. Температура припоя (270±10) °С, продолжительность пайки (2±0,5) с. При пайке паяльником применяют припой марки ПОС 61, флюс – такой же. Температура паяльника (350±10) °С, оптимальная продолжительность пайки 3 с. При пайке трансформаторов не должно быть затекания флюса и припоя на поверхность и внутрь трансформатора. К одному жесткому выводу допускается подпайка не более двух проводов, в том числе выводов подвесных деталей и ЭРЭ. Перепайка выводов более трех раз не рекомендуется.

Трансформаторы звуковой частоты в аппаратуре устанавливают в местах, обеспечивающих их минимальный нагрев от имеющихся тепловыделяющих элементов, при условии их максимального охлаждения конвекцией воздуха. С целью уменьшения акустических шумов, вызываемых резонансом конструктивных элементов РЭА, трансформаторы в аппаратуре размещают на амортизирующих прокладках либо на кронштейне, предотвращающем передачу вибраций на корпус.

Гарантийный срок хранения трансформаторов 5 лет с даты изготовления трансформаторов. Гарантийная наработка 10 000 ч со дня ввода в эксплуатацию. Гарантийный срок эксплуатации трансформаторов, поставляемых в торговую сеть, 24 мес.

Для трансформаторов согласования низкочастотных мощностью до 25 В·А установлен следующий ряд номинальных мощностей: 0,001; 0,002; 0,004; 0,008; 0,016; 0,032; 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,3; 10; 16; 25 В·А.

Допускаемые сочетания номинального сопротивления нагрузки и коэффициента трансформации низкочастотных трансформаторов согласования приведены в табл. 8.4.

Намоточные данные выходных трансформаторов различной бытовой РЭА, находящейся в эксплуатации, приведены в табл. 8.5.

Таблица 8.4. **Допустимые сочетания номинального сопротивления нагрузки и коэффициента трансформации (отмече-**

Номинальное сопротивление нагрузки, Ом (кОм)	Коэффициент трансформации														
	0,012	0,018	0,025	0,035	0,05	0,07	0,1	0,12	0,14	0,17	0,2	0,24	0,28	0,34	0,4
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12,5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
25	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
35	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
70	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
100		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
140		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
200			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
280			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
400				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
560				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
600					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
800					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1,1					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1,6						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2,2						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3,2							+	+	+	+	+	+	+	+	+
4,5							+	+	+	+	+	+	+	+	+
6,3								+	+	+	+	+	+	+	+
9									+	+	+	+	+	+	+
12,5										+	+	+	+	+	+
18											+	+	+	+	+
25												+	+	+	+
36													+	+	+
50														+	+
70															+
100															
140															
200															
280															
400															
560															

Таблица 8.5. **Намоточные данные согласующих сигнальных трансформаторов звуковой частоты для бытовой РЭА**

Наименование РЭА (тип, модель). Сокращенное обозначение трансформатора	Типоразмер сердечника магнитопровода	Обозначение выводов	Обозначение обмоток	Марка и диаметр провода, мм	Число витков	Сопротивление постоянному току, Ом, ± 10 %
"Авангард" ЛПТ	Ш20×28	1–2	I	ПЭЛ 0,12	3500	900
		3–4	II	ПЭЛ 0,64	70	0,78
"Алмаз-401" РП	Ш3×6	3–4–5	I	ПЭВ-1 0,09	2×450	60
		1–2	II	ПЭЛ-1 0,23	102	1,4
"Альпинист-405" РП	Ш6×8	1–2–3	I	ПЭВ-1 0,23	2×210	15
		4–5	II	ПЭВ-2 0,35	125	0,9

0,48	0,56	0,67	0,8	0,95	1	1,05	1,25	1,5	1,8	2,1	2,5	3	3,5	4,2	5	6	7	8,5	10	14	20	28
+	+	+	+	+	+																	
+	+	+	+	+	+																	
+	+	+	+	+	+																	
+	+	+	+	+	+																	
+	+	+	+	+	+																	
+	+	+	+	+	+																	
+	+	+	+	+	+																	
+	+	+	+	+	+																	
+	+	+	+	+	+																	
+	+	+	+	+	+	+																
+	+	+	+	+	+	+																
+	+	+	+	+	+	+	+															
+	+	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+													
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+													
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+												
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+												
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+											
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+										
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+									
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+								
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Продолжение табл. 8.5

Наименование РЭА (тип, модель). Сокращенное обозначение трансформатора	Типоразмер сердечника магнитопровода	Обозначение выводов	Обозначение обмоток	Марка и диаметр провода, мм	Число витков	Сопротивление постоянному току, Ом, ± 10 %
"Альпинист-417" РП	Ш6×8	1–2	I	ПЭВ-2 0,12	1500	92
		3–4–5	II	ПЭВ-2 0,12	2×500	40×2
"Альпинист-418" РП	Ш6×8	1–2–3	I	ПЭВ-1 0,1	2×210	4,5×2
		4–5	II	ПЭВ-2 0,22	125	0,85
"Беларусь" ЛПТ	Ш19×30	1–2	I	ПЭЛ 0,12	2400	480

Наименование РЭА (тип, модель). Сокращенное обозначение трансформатора	Типоразмер сердечника магнитопровода	Обозначение выводов	Обозначение обмоток	Марка и диаметр провода, мм	Число витков	Сопротивление постоянному току, Ом, ± 10 %
		3–4	II	ПЭЛ 0,72	64	0,38
		4–5	II	ПЭЛ 0,12	576	125
"Беларусь-5" ЛПТ	Ш20×22	1–2–3	I	ПЭЛ 0,12	2400+145	480
		4–5	II	ПЭЛ 0,12	630	120
		5–6		ПЭЛ 0,5	69	0,7
"Беларусь-110" ЛПТ	Ш20×22	1–2	I	ПЭЛ 0,1	2400	580
		4–5–6	II	ПЭЛ 0,5	64+	0,7+
				+ПЭЛ 0,1	+650	+120
"Вега-402" РП	Ш5×6	1–2–3	I	ПЭЛ-1 0,15	2×300	14
		4–5	II	ПЭЛ-1 0,23	90	1
"Верховина-А" ЛПТ	УШ19×28	1–2	I	ПЭЛ 0,15	2400	280
"Верховина-Б" ЛПТ		3–4	II	ПЭЛ 0,8	66	0,5
"Весна", "Весна-М" ЛПТ	Ш20×28	1–2	I	ПЭЛ 0,12	3500	700
		3–4	II	ПЭЛ 0,51	99	1
"Волна" (ЗК-36)	УШ16×32	1–2	I	ПЭЛ 0,12	3000	500
		3–4	II	ПЭЛ 0,47	146	1,6
"Волхов-А" ЛПТ	УШ12×24	1–2	I	ПЭЛ 0,1	3000	610
		4–5	II	ПЭЛ 0,51	60	0,6
"Воронеж" ЛПТ	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ 0,12	2940	460
		3–4	II	ПЭЛ 0,64	90	0,7
		4–5		ПЭЛ 0,12	611	120
"ВЭФ-202" РП	Ш8×8	3–4–5	I	ПЭЛ-1 0,18	320+320	25
		1–2	II	ПЭЛ-1 0,25	102+	1,1+
		6–7	II	ПЭЛ-1 0,25	+102	+1,1
"Гиала-402"	Ш6×6	1–2–3	I	ПЭВ-2 0,12	2×300	35
		4–5–6	II	ПЭВ-2 0,41	60+15	0,6
"Гиала-404" РП	Ш6×8	1–2–3	I	ПЭВ-2 0,23	2×190	8
		4–5	II	ПЭВ-2 0,43	80	0,6
"Енисей-2" ЛПТ	Ш20×28	1–2	I	ПЭЛ 0,12	3500	700
		3–4	II	ПЭЛ 0,64	85	0,8
"Енисей-3" ЛПТ	ШЛ12×35	1–2	I	ПЭЛ 0,12	4000	700
		3–4	II	ПЭЛ 0,55	100	0,7
"Жигули" ЛПТ	ШЛ12×25	1–2	I	ПЭЛ 0,12	2800	180
		3–4	II	ПЭЛ 0,51	290	2
"Заря" ЛПТ,	УШ12×30	1–2	I	ПЭЛ 0,08	3000	810
"Заря-М" ЛПТ,		4–4	II	ПЭЛ 0,51	70	0,6
"Звезда" ЛПТ	Ш20×28	1–2	I	ПЭЛ 0,12	3500	900
		3–4	II	ПЭЛ 0,64	70	0,78
"Зенит" ЛПТ	Ш20×20	1–2–3	I	ПЭЛ 0,12	4500+625	700
		3–4	II	ПЭЛ 0,64	78	0,78
"Знамя-85" ЛПТ,	Ш20×28	1–2	I	ПЭЛ 0,12	3500	700
"Знамя-58М"		3–4–5	II	ПЭЛ 0,59	57+9	0,5+0,1
"Кварц-402" РП, СТ;	Ш3×6	1–2	I	ПЭВ-1 0,06	1900	310
"Кварц-403" РП, СТ;		3–4–5	II	ПЭВ-1 0,08	2×320	76
"Кварц-404" РП, СТ;						
"Кварц-405" РП, СТ						
"Кварц-402" РП, ТВЗ;	Ш3×6	3–4–5	I	ПЭВ-1 0,1	2×320	40
"Кварц-403" РП, ТВЗ;		1–2	II	ПЭВ-1 0,29	90	0,86
"Кварц-404" РП, ТВЗ;						
"Кварц-405" РП, ТВЗ						
"Кварц-406" РП, СТ;	Ш3×6	1–2	I	ПЭВ-1 0,06	1900	310
"Кварц-408" РП, СТ		3–4–5	II	ПЭВ-1 0,08	2×320	38×2
"Кварц-406" СТ, РП;	Ш3×6	1–2	I	ПЭВ-1 0,06	1900	310
"Кварц-407" РП, СТ;		3–4–5	II	ПЭВ-1 0,08	2×320	2×38
"Кварц-408" РП, СТ						
"Кварц-406" РП, ТВЗ;	Ш6×8	3–4–5	I	ПЭВ-2 0,35	2×320	2×20
"Кварц-408" РП, ТВЗ		1–2	II	ПЭВ-1 0,29	85	0,86
"Кварц-407" РП, ТВЗ	Ш3×6	3–4–5	I	ПЭВ-2 0,1	2×320	2×20
		1–6–2	II	ПЭВ-1 0,29	8+10	0,86
"Концерт-А" ЛПТ, ТВЗ;	УШ16×32	1–2	I	ПЭЛ 0,12	2600	400

Наименование РЭА (тип, модель). Сокращенное обозначение трансформатора	Типоразмер сердечника магнитопровода	Обозначение выводов	Обозначение обмоток	Марка и диаметр провода, мм	Число витков	Сопротивление постоянному току, Ом, ± 10 %
"Концерт-Б" ЛПТ, ТВЗ		3–4–5–6	II	ПЭЛ 0,64	3+50+20	0,8
"Мрия-301" РП, СТ	Ш6×12	4–5	I	ПЭВТЛ-1 0,09	1060	160
		1–2–3	II	ПЭВТЛ-1 0,09	2×530	150
"Мрия-301" РП, ТВЗ	Ш6×12	1–2–3	I	ПЭВТЛ-1 0,23	2×170	10
		4–5	II	ПЭВТЛ-1 0,41	65	0,5
"Нейва-401" СТ, РП	Ш3×6	1–2	I	ПЭВТЛ-1 0,06	2200	340
		3–4–5	II	ПЭВТЛ-1 0,06	2×285	110
"Нейва-401" РП, ТВЗ	Ш3×6	1–2–3	I	ПЭВТЛ-1 0,08	2×360	25
		4–5	II	ПЭВТЛ-1 0,23	75+3	1,4
"Луч" ЛПТ, ТВЗ	Ш20×20	1–2	I	ПЭЛ 0,12	4120	650
		3–4	II	ПЭЛ 0,64	108	0,5
"Нева" ЛПТ, ТВЗ	ШЛ12×25	1–2	I	ПЭЛ 0,1	3000	400
		3–4	II	ПЭЛ 0,51	110	1
"Неман" (модели 1, 2 и 3) ЛПТ, ТВЗ	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ 0,12	2640	460
		3–4–5	II	ПЭЛ 0,64+ +ПЭЛ 0,2	90+611	0.7+120
"Орленок" РП, СТ	П1,5×4	1–2	I	ПЭЛ-1 0,05	900	165
		3–4–5	II	ПЭЛ-1 0,06	2×370	153
"Орленок" РП, ТВЗ	Ш3×6	1–2–3	I	ПЭВ-1 0,12	2×120	12
		4–5	II	ПЭВ-1 0,2	58+4	0,4
"Радий" ЛПТ, ТВЗ	УШ16×32	1–2	I	ПЭЛ-1 0,18	2000	170
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,59	100	1
"Радий-А" ЛПТ, ТВЗ;	БЛ15×25	1–2	I	ПЭЛ-1 0,15	2500	276
"Радий-Б" ЛПТ, ТВЗ		3–4	II	ПЭЛ-1 0,59	125	1,1
"Рекорд" ЛПТ, ТВЗ	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,1	4500	900
	УШ16×24	3–4	II	ПЭЛ-1 0,59	127	1,2
"Лидер-302" РП, ТВЗ		1–2	I	ПЭВ-2 0,1	1600	170
		(3–4)+ +(5–6)	II	ПЭВ-2 0,16	400+400	22+22
"Маяк-204" РП, ТВЗ	Ш8×12,5	1–2	I	ПЭТВ 0,09	2350	480
(3-х программная приставка)		3–4	II	ПЭТВ 0,44	68	0,5
"Ноктюрн-201" РП, СТ		1–2	I	ПЭВ-2 0,31	120	1,5
(автотрансформатор)		2–3		ПЭВ-2 0,31	80	1
"Прометей" РП, ТВЗ		1–5	I	ПЭМ-2 0,125	3050	500
		2–4	II	ПЭМ-1 0,45	120	1,1
"Прометей-201" РП СТ	Ш6×6	5–10	I	ПЭМ-2 0,14	4×95	200
		1–6	II	ПЭМ-2 0,14	4×95	200
"Рембрант" ЛПТ, ТВЗ	Ш24×23	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	3000	490
		4–5	II	ПЭЛ-1 0,7	135	0,4
"Рекорд-А" ЛПТ, ТВЗ;	УШ16×16	1–2	I	ПЭЛ-1 0,16	2800	400
"Рекорд-Б" ЛПТ, ТВЗ		3–4	II	ПЭЛ-1 0,59	125	1
"Рекорд-12" ЛПТ,ТВЗ	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,1	4500	900
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,59	127	1,2
"Россия-303" РП, ТВЗ	Ш3×6	1–2–3	I	ПЭВ-2 0,14	2×280	20
		4–5	II	ПЭВ-2 0,25	128	2
"Россия-303" РП, СТ	Ш4×6	4–6	I	ПЭЛ-1 0,09	1510	150
		1–2–3	II	ПЭЛ-1 0,09	2×420	100
"Россия-304" РП, ТВЗ	Ш4×6	1–2–3	I	ПЭВ-1 0,14	2×280	2×10
		4–5	II	ПЭВ-1 0,25	128	1,2
"Россия-304" РП, СТ	Ш4×6	4–6	I	ПЭВ-1 0,09	1510	150
		1–2–3	II	ПЭВ-1 0,09	2×420	2×50
"Рекорд-69И" РП, ТВЗ;	Ш5×6	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	2800	450
"Рекорд-352" РП, ТВЗ; "Рекорд-353" РП, ТВЗ; "Рекорд-354" РП, ТВЗ		3–4	II	ПЭЛ-1 0,35	180	1,2
"Рубин" ЛПТ, ТВЗ	УШ16×32	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	3000	500
"Рубин-А" ЛПТ, ТВЗ		3–4	II	ПЭЛ-1 0,51	150	1,5
"Свердловск-201" РП,	ШЛ8×12,5	1–2	I	ПЭВТЛ-2 0,1	3500	840
ТВЗ		3–4	II	ПЭВТЛ-2 0,35	140	1,1

Наименование РЭА (тип, модель). Сокращенное обозначение трансформатора	Типоразмер сердечника магнитопровода	Обозначение выводов	Обозначение обмоток	Марка и диаметр провода, мм	Число витков	Сопротивление постоянному току, Ом, ± 10 %
"Светлана-301" РП, ТВЗ(3-х программная приставка)	ШЛ10×25	1–2	I	ПЭВ-1 0,1	1440	140
		3–4	II	ПЭВ-1 0,16	240	
"Север" ЛПТ, ТВЗ	Ш20×20	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	4500	700+15 %
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,64	78	0,52+15 %
"Селга-404" РП, СТ	Ш5×6	1–2	I	ПЭВ-2 0,07	1600	260
		3–4–5	II	ПЭВ-2 0,08	2×500	135
"Селга-404" РП, ТВЗ	Ш5×6	1–2–3	I	ПЭВ-2 0,15	2×225	7
		4–5	II	ПЭЛ-1 0,35	60	0,6
"Сигнал" ЛПТ, ТВЗ; "Сигнал-2" ЛПТ, ТВЗ	УШ16×32	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	3000	500
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,47	146	1,6
"Сигнал-601" РП, СТ	Ш3×6	1–2	I	ПЭВТЛ-1 0,06	2200	340
		3–4–5	II	ПЭВТЛ-1 0,06	2×285	110
"Сигнал-601" РП, ТВЗ	Ш3×6	1–2–3	I	ПЭВТЛ-1 0,08	2×360	25
		4–5	II	ПЭВТЛ-1 0,23	75+3	1,3
"Сигнал-402" РП, СТ	Ш3×6	1–2	I	ПЭВ-1 0,06	1890	380
		3–4–5	II	ПЭВ-1 0,06	2×285	110
"Сириус-201" РП, СТ	УШ16×25	1–2	I	ПЭВ-1 0,21	500	30
		3–4	II	ПЭВ-1 0,08	2350	420
"Сириус-201" РП, ТВЗ	УШ16×32	1–2	I	ПЭВ-1 0,12	1160	110
		2–3		ПЭВ-1 0,25	400	
		4–5	II	ПЭВ-1 0,41	90	0,8
		6–7		ПЭВ-1 0,41	30	
"Сириус-202" РП, ТВЗ	Ш16×18	5–4–6	I	ПЭВ-1 0,125	820+830	125
		2–7	II	ПЭВ-1 0,63	60	0,4
"Селга-405", РП, СТ	Ш5×6	1–2	I	ПЭВ-2 0,07	1600	260
		3–4–5	II	ПЭВ-2 0,08	2×500	2×68
"Селга-405" РП, ТВЗ	Ш5×6	1–2–3	I	ПЭВ-2 0,15	2×225	2×7
		4–5	II	ПЭВ-2 0,35	60	0,6
"Сокол-403" РП, ТВЗ	Ш3×6	3–4–5	I	ПЭВ-1 0,1	2×320	40
		1–2	II	ПЭВ-1 0,29	90	1
"Сокол-404" РП, ТВЗ; "Сокол-405" РП, ТВЗ	Ш3×6	1–5	I	ПЭВ-1 0,21	250	4,9
		5–3	II	ПЭВ-1 0,21	90	1,2
"Соната-201" РП,	Ш6×12	3–4–5	I	ПЭВ-2 0,15	2×260	29
		1–2	II	ПЭВ-2 0,41	130	0,85
"Спидола-207", РП, СТ; "Спидола-208" РП, СТ; "Спидола-230" РП, СТ	Ш8×8	1–2	I	ПЭВ-1 0,12	1498	125
		3–4–5	II	ПЭВ-1 0,12	440+440	92
"Спидола-207" РП, ТВЗ; "Спидола-208" РП, ТВЗ; "Спидола-230" РП, ТВЗ	Ш8×8	3–4–5	I	ПЭЛ-1 0,29	207+207	6
		(1–2), (6–7)	II	ПЭЛ-1 0,29	102+102	0,6
"Спидола-231" РП, ТВЗ	Ш8×8	3–4–5	I	ПЭВ-1 0,29	207+207	2,7+3
		1–6	II	ПЭВ-1 0,29	102	0,3
		6–7	II	ПЭВ-1 0,29	102	0,3
"Спорт-301" РП, СТ	Ш4×6	4–5	I	ПЭВТЛ-1 0,09	2200	190
		1–2–3	II	ПЭВТЛ-1 0,09	2×500	92
"Спорт-304" РП, СТ; "Спорт-305" РП, СТ	Ш6×12	4–5	I	ПЭВТЛ-1 0,09	1060	160
		1–2–3	II	ПЭВТЛ-1 0,09	2×530	150
"Спорт-301" РП, ТВЗ	Ш4×6	1–2–3	I	ПЭВТЛ-1 0,15	2×320	21
		4–5	II	ПЭВТЛ-1 0,35	120	0,6
"Спорт-304" РП, ТВЗ; "Спорт-305" РП, ТВЗ	Ш6×12	1–2–3	I	ПЭВТЛ-1 0,23	2×170	10
		4–5	II	ПЭТВЛ-1 0,41	65	0,5
"Спутник-61" ЛПТ,	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	2500	390
		3–4–5	II	ПЭЛ-1 0,51	25+25	0,6+0,6
"Старт-2" ЛПТ, ТВЗ	ШЛ10×25	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	2600	390
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,55	91	0,6
"Старт-3" ЛПТ, ТВЗ; "Старт-3М" ЛПТ, ТВЗ	ШЛ10×25	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	2900	450
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,55	97	0,7
"Старт" ЛПТ, ТВЗ	Ш20×20,5	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	4270	700
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,55	148	0,5

Наименование РЭА (тип, модель). Сокращенное обозначение трансформатора	Типоразмер сердечника магнитопровода	Обозначение выводов	Обозначение обмоток	Марка и диаметр провода, мм	Число витков	Сопротивление постоянному току, Ом, ± 10 %
"Темп-6" ЛПТ, ТВЗ;	Ш16×30	1–2	I	ПЭЛ-1 0,15	2400	260
"Темп-7" ЛПТ, ТВЗ		3–4	II	ПЭЛ-1 0,8	60	0,3
"Темп-6М" ЛПТ, ТВЗ;	Ш16×30	1–2	I	ПЭЛ-1 0,15	3000	670
"Темп-7М" ЛПТ, ТВЗ		3–4	II	ПЭЛ-1 0,47	146	2,4
"Темп-3" ЛПТ, ТВЗ	Ш19×30	1–2	I	ПЭЛ-1 0,15	2400	260
		3–4–5	II	ПЭЛ-1 0,8	19+47	0,45
ТВ-2А-Ш	УШ16×24	1–2	I	ПЭВ-1 0,15	2580	290
		3–4	II	ПЭВ-1 0,44	92	0,2
ТВ-1Л-1	УШ16×32	1–2–3	I	ПЭЛ-1 0,15	1860+540	280
		4–5	II	ПЭЛ-1 0,57	100	1
ТВ-2Ш-2	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,15	2150	235
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,74	58	0,3
		5–6	III	ПЭЛ-1 0,35	40	0,8
ТВ-12	ШЛ10×20	3–4	I	ПЭВ-1 0,18	320	11,2
		4–5	I′	ПЭВ-1 0,18	320	12,6
		1–6	II	ПЭВ-1 0,25	102	0,45
		2–7	II′	ПЭВ-1 0,25	102	0,5
ТВ-207	ШЛ12×25	3–4	I	ПЭВ-2 0,28	207	2,8
		4–5	I′	ПЭВ-2 0,28	207	3,3
		1–6	II	ПЭВ-2 0,28	102	0,38
		2–7	II′	ПЭВ-2 0,28	102	0,4
ТП-12	Ш16×20	1–2	I	ПЭЛ-1 0,125	1498	94
		3–4	I′	ПЭЛ-1 0,125	440	34
		5–6	II	ПЭЛ-1 0,125	440	36
ТВЗ-1-1	УШ6×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,15	2580	290
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,41	92	1,3
ТВЗ-1-2	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,15	2050	220
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,41	90	1,3
ТВЗ-Ш	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	3000	300
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,59	114	1,5
ТВЗ-П2	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,41	196	3
		3–4–5	I′	ПЭЛ-1 0,15	1860+540	280
		6–7	II	ПЭЛ-1 0,64	160	1
		7–8	II′	ПЭЛ-1 0,57	100	1
ТВЗ-1-9	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,14	2150	220
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,62	58	0,4
ТВЗ-АШ	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	3000	300
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,59	114	1,5
ТВН-3	Ш20×20	1–2	I	ПЭВ-1 0,12	2600	400
		3–4–5	II	ПЭВ-1 0,64	31+31	7
ТВВ-2	ШЛ10×20	1–2	I	ПЭЛ-0,12	2000	180
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,2	51	0,2
ТВЗ для магнитолы "Романтика-106"	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,14	1000	367
		2–3	I	ПЭЛ-1 0,14	250	
		3–4	I	ПЭЛ-1 0,14	250	
		4–5	I	ПЭЛ-1 0,14	250	
		6–7–8	II	ПЭЛ-1 0,64	53+33	6,7
"Утро-601" РП, ТВЗ	Ш3×6	1–2–3	I	ПЭВТЛ-1 0,08	2×360	25
("Нейва-602")		4–5	II	ПЭВТЛ-1 0,23	75+3	1,3
ЗУЛПТ-50-111-1	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,12	3000	500
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,51	91	1,5
УЛПЦТ-59-11-10	УШ16×24	1–2	I	ПЭВ-2 0,12	2150	260
		3–4	II	ПЭВ-2 0,51	240	1,8
УЛПТ-61-11-28	УШ16×24	1–2	I	ПЭЛ-1 0,15	2150	235
		3–4	II	ПЭЛ-1 0,74	2×29	0,4
		4–5	II′	ПЭЛ-1 0,35	40	0,2
УПТ-61-11-1	УШ16×24	1–2	I	ПЭВ-1 0,41	196	3
		2–3		ПЭВ-1 0,64	160	1
ЛПТ-61-11-2	УШ16×24	1–2	I	ПЭВ-1 0,15	2580	290
		3–4	II	ПЭВ-1 0,41	92	1,3

Окончание табл. 8.5

Наименование РЭА (тип, модель). Сокращенное обозначение трансформатора	Типоразмер сердечника магнитопровода	Обозначение выводов	Обозначение обмоток	Марка и диаметр провода, мм	Число витков	Сопротивление постоянному току, Ом, ± 10 %
"Юность-401"	Ш4×8	5–8	I	ПЭВ-1 0,23	215	5,9
"Юность-401Д"		8–1	II	ПЭВ-1 0,23	155	для 5–8–1
"Юпитер-601" РП, ТВЗ	Ш3×6	1–2–3	I	ПЭВТЛ-1 0,08	2×360	25
		4–5–6	II	ПЭВТЛ-1 0,23	75+3	1,3

Примечание. В первой графе таблицы приведены следующие обозначения: ЛПТ, УЛПТ – типы схемы телевизионных приемников; РП – радиоприемники; СТ – сигнальный трансформатор; ТВЗ – трансформатор выходной звуковой; ТВ – трансформатор согласующий выходной; ТП – трансформатор промежуточный.

8.2. Трансформаторы выходные строчной развертки

В состав строчных разверток телевизионных приемников черно-белого и цветного изображения в общем случае входят: устройство АПЧиФ, задающий генератор, промежуточный усилитель, диодный модулятор, выходной строчный трансформатор и строчные отклоняющие катушки. Во всех моделях телевизоров обязательным узлом является строчный трансформатор, конструкция которого и принципиальная электрическая схема определяются маркой и схемой телевизора. В современных телевизорах цветного изображения находят применение модули строчной развертки МС-1, МС-2 и т. д., отличающиеся друг от друга типом установленного в них выходного трансформатора строчной развертки.

Сигнальные выходные трансформаторы строчной развертки ТВС предназначены для согласования выходных каскадов строчной развертки со строчными отклоняющими катушками. Одновременно трансформаторы ВС вырабатывают импульсы высокого напряжения для питания кинескопа. В ТВС также имеются дополнительные обмотки, импульсы с которых используются в цепях автоматических регулировок (АРУ, АПЧиФ) и для гашения обратного хода луча. В телевизорах последних разработок применяются трансформаторы строчной развертки, в которых предусмотрены обмотки для подачи напряжения на высоковольтный выпрямитель и кинескоп. Они отличаются от ТВС дополнительно выполняемой функцией высоковольтного выпрямителя-умножителя и обозначаются ТДКС.

Выходным строчным трансформаторам присвоено условное обозначение, которое применяется при заказе и в конструкторской документации. Условное обозначение трансформатора состоит из сокращенного обозначения – из трех букв ТВС – трансформатор сигнальный выходной строчной развертки; цифр 70, 90 или 110 – значения углов отклонения луча кинескопа, град.; буквы Л или П – ламповая или полупроводниковая схема выходного каскада строчной развертки; буквы Ц – для телевизоров цветного изображения; цифр 1...4 и т. д. – порядковый номер разработки трансформатора. Трансформаторы типа ТДКС расшифровываются как трансформаторы диодно-каскадные строчной развертки.

Конструкция ТВС определяется схемно-техническим решением телевизионных приемников, конструкцией и технологией их изготовления. В телевизорах неунифицированной конструкции применяют трансформаторы, собранные на броневых пластинчатых магнитопроводах типа Ш, и реже – магнитопроводах из П-образного альсифера и магнитомягких ферритов. В современных телевизорах применяются трансформаторы, в которых используются исключительно ферромагнитные сплавы.

Конструкция трансформаторов обеспечивает устойчивую и надежную работу при воздействии различных климатических и механических факторов. Наиболее опасным является повышенная влажность при длительном воздействии повышенной температуры окружающей среды. Повышенная влажность резко снижает сопротивление изоляции обмоток трансформаторов, приводит к коррозии обмоточных проводов и металлических деталей. А это при малых диаметрах обмоточных проводов приводит к их обрывам, межвитковым замыканиям и сокращает сроки эксплуатации трансформаторов. При изготовлении трансформаторов применяют специальные технологические процессы герметизации и влагозащиты. Намотку производят рядовую и универсальную на секционных пластмассовых тонкостенных каркасах с прокладками в несколько слоев из трициатной или фторовой пленки толщиной 0,05...0,08 мм.

Условия эксплуатации

Температура окружающей среды . . .	10...35 °С
Повышенная температура:	
рабочая	45 °С
предельная с учетом перегрева обмоток трансформатора	50 °С
Пониженная температура:	
рабочая	10 °С
предельная	1 °С
транспортирования	– 60 °С
Относительная влажность воздуха при температуре 25 °С	80 %
Пониженное атмосферное давление воздуха, не ниже	53,3 кПа (400 мм рт. ст.)
Повышенное давление воздуха, не выше	107 кПа (800 мм рт. ст.)
Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 1...2000 Гц с ускорением, не более	10 g (98,1 м/с^2)
Многократные удары с ускорением, не более	5 g (49,1 м/с^2)
Одиночные удары с ускорением, не более	2 g (19,6 м/с^2)
Линейные (центробежные) нагрузки с ускорением, не более	2 g (19,6 м/с^2)
Плесневые грибы, иней, роса	Для трансформаторов всеклиматического исполнения В работоспособность сохраняется

ТВС для телевизоров с кинескопами с углом отклонения луча 70°

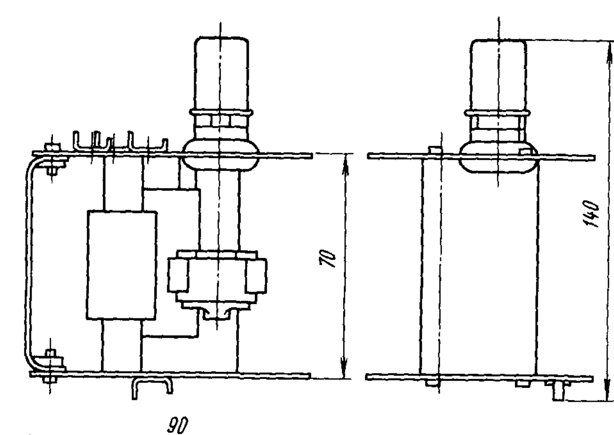
Выходные трансформаторы типов ТВС-А и ТВС-Б применяются в ламповых схемах выходных каскадов строчной развертки телевизионных приемников черно-белого изображения с кинескопами типов 31ЛК2Б, 35ЛК2Б, 43ЛК2Б, 43ЛК3Б, 53ЛК2Б. Изготавливают трансформаторы рассматриваемых типов в унифицированной конструкции для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренно холодным климатом. Трансформаторы типов ТВС-А и ТВС-Б отличаются добавочным сопротивлением в цепи накала высоковольтного кенотрона: ТВС-А – 2 Ом, ТВС-Б – 4 Ом.

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов ТВС-А и ТВС-Б показаны на рис. 8.1. Принципиальная электрическая схема трансформаторов дана на рис. 8.2. Трансформаторы имеют три обмотки: анодную с отводами, повышающую высоковольтную и обмотку накала высоковольтного кенотрона. Намотка рядовая на прямоугольном каркасе из бакелизированной бумаги. Число рядов обмотки – 10. Между рядами обмотки применяется прокладка в три слоя из трициатной пленки толщиной 0,05...0,08 мм.

Трансформаторы ТВС-А и ТВС-Б работают совместно с отклоняющими системами типов ОС-70 и ОС-70Л.

Основные намоточные данные унифицированных трансформаторов строчной развертки для телевизоров черно-белого изображения приведены в табл. 8.6.

В телевизионных приемниках ранних выпусков применялись трансформаторы строчной развертки неунифицированной конструкции, основные технические характеристики которых (для справки) приведены в табл. 8.7. Обмотки ряда трансформаторов выполнены в виде двух катушек с универсальной намоткой.



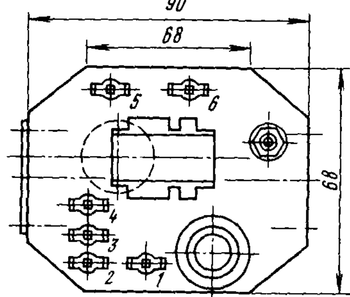


Рис. 8.1. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типов ТВС-А, ТВС-Б

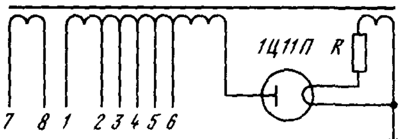


Рис. 8.2. Принципиальная электрическая схема трансформаторов строчной развертки типов ТВС-А, ТВС-Б

Т а б л и ц а 8.6. **Намоточные данные унифицированных ТВС для телевизоров черно-белого изображения**

Типоразмер трансформатора	Выводы	Число витков	Марка провода и диаметр, мм	Сопротивление постоянному току, Ом	Типоразмер трансформатора	Выводы	Число витков	Марка провода и диаметр, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
ТВС-А,	1–2	30	ПЭВ-2 0,23	1,5	ТВС-70П2	1–3	26	ПЭМ-2 0,15	1
ТВС-Б	2–3	105	ПЭВ-2 0,23	3,6		3–2	5	ПЭМ-2 0,23	0,1
	3–4	135	ПЭВ-2 0,23	5,5		2–6	10,5	ПЭМ-2 0,23	0,2
	4–5	270	ПЭВ-2 0,23	12		6–4	38	ПЭМ-2 0,23	0,6
	5–6	270	ПЭВ-2 0,23	12,5		4–5	450	ПЭВ-2 0,05	200
	6–анод	720	ПЭЛШО 0,1	152		5–7	1800	ПЭВ-2 0,05	800
	7–8	60	ПЭВ-2 0,23	1,5	ТВС-70Б3	3–4	100	ПЭВ-2 0,23	3,1
	9–10	1	ПЭЛШО 0,1	2 или 4		4–10	36	ПЭВ-2 0,3	0,8
ТВС-АМ	1–2	30	ПЭВ-2 0,23	1		10–6	3	ПЭВ-2 0,51	0,1
	2–3	105	ПЭВ-2 0,23	3,5		2–8	3	ПЭВ-2 0,33	0,1
	3–4	135	ПЭВ-2 0,23	5		10–9	536	ПЭВ-2 0,12	170
	4–5	270	ПЭВ-2 0,23	10	ТВС-110,	3–4	280	ПЭВ-2 0,23	8,5
	5–6	270	ПЭВ-2 0,23	10	ТВС-110М	4–5	273	ПЭВ-2 0,23	7,5
	6–анод	720	ПЭЛШО 0,1	250		5–6	427	ПЭВ-2 0,23	14,8
	7–8	60	ПЭВ-2 0,23	2		6–7	320	ПЭВ-2 0,23	12,5
ТВС-70П1	1–3	25	ПЭВ-2 0,15	0,8		7–анод кенотрона	940	ПЭЛШО 0,1	240
	3–2	5	ПЭВ-2 0,35	0,1					
	6–4	36	ПЭВ-2 0,35	0,2					
	4–5	600	ПЭВ-2 0,05	200		1–2	90	ПЭВ-2 0,23	2,2
	5–7	2700	ПЭВ-2 0,05	1400		8–9	2	ПЭВНХ 0,22	5

Окончание табл. 8.6

Типоразмер трансформатора	Выводы	Число витков	Марка провода и диаметр, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
ТВС-110А	4–5	80	ПЭВ-2 0,41	2,5
	5–6	80	ПЭВ-2 0,41	2,5
	6–7	120	ПЭВ-2 0,23	5,5
	7–8	650	ПЭВ-2 0,23	22
	8–9	190	ПЭВ-2 0,23	10
	9–анод кенотрона	1000	ПЭВ-2 0,1	250
	1–2	48	ПЭВ-2 0,23	1,2
	2–3	48	ПЭВ-2 0,23	1,2
	10–11	1	ПЭЛШО 0,1	0,1
ТВС-110АМ	1–2	38	ПЭВ-2 0,23	1,1
	2–3	38	ПЭВ-2 0,23	1,1
	4–5	70	ПЭВ-2 0,41	0,5
	5–6	70	ПЭВ-2 0,41	2,1
	6–7	123	ПЭВ-2 0,41	4
	7–8	456	ПЭВ-2 0,41	16
	8–9	185	ПЭВ-2 0,41	8
	9-анод кенотрона	900	ПЭВ-2 0,08	280
	10–11	1	РМПВ	1,1
ТВС-110ЛА	1–2	48	ПЭВ-2 0,23	1,2
	2–3	48	ПЭВ-2 0,23	1,2
	4–5	80	ПЭВ-2 0,41	0,7
	5–6	80	ПЭВ-2 0,23	2
	7–8	610	ПЭВ-2 0,23	15,1
	8–9	190	ПЭВ-2 0,23	4,2
	Н–К	1200	ПЭВ-2 0,1	380
ТВС-110Л1	3–2	35	ПЭМ-2 0,33	0,8
	2–4	35	ПЭМ-2 0,33	0,8
	5–6	70	ПЭМ-2 0,33	1,5
	6–7	70	ПЭМ-2 0,33	1,5
	7–8	100	ПЭМ-2 0,33	2,2
	8–9	450	ПЭМ-2 0,33	9,1
	9–12	140	ПЭМ-2 0,33	3
	–	1300	ПЭМ-2 0,09	430
	–	2	РМПВ	0,2
ТВС-110Л2	1–2	45	ПЭВ-2 0,23	1,2
	2–3	45	ПЭВ-2 0,23	1,2
	4–5	70	ПЭВ-2 0,41	0,6
	5–6	70	ПЭВ-2 0,29	1,6
	6–7	150	ПЭВ-2 0,29	3,2
	7–8	435	ПЭВ-2 0,29	9
	8–9	186	ПЭВ-2 0,1	48
	–	900	ПЭВ-2 0,08	310
ТВС-110Л3	3–1	90	ПЭВ-2 0,41	0,9
	1–2	90	ПЭВ-2 0,41	0,9
	4–5	130	ПЭВ-2 0,23	3,2
	5–6	270	ПЭВ-2 0,23	6,3
	6–7	255	ПЭВ-2 0,23	6,1
	7–анод кенотрона	940	ПЭЛШО 0,1	240
	–	1	РМПВ	0,1
ТВС-110Л4	2–3	20	ПЭВ-2 0,33	0,4
	3–4	8	ПЭВ-2 0,41	0,1
	5–6	75	ПЭВ-2 0,41	0,6
	6–7	75	ПЭВ-2 0,41	0,6
	8–9	125	ПЭВ-2 0,23	3,1
	9–11	450	ПЭВ-2 0,23	9
	11–13	186	ПЭВ-2 0,23	4,3
	13–14	1290	ПЭМ-2 0,1	410
ТВС-110П2	1–7	45	ПЭМ-2 0,69	0,1
	7–8	1	ПЭМ-2 0,69	0,1
	8–9	1	ПЭМ-2 0,69	0,1
	3–7	45	ПЭМ-2 0,33	0,8
	4–6	127	ПЭМ-2 0,15	40
	1–10	1650	ПЭМ-2 0,12	500
	5–2	7	ПЭМ-2 0,15	3
ТВС-110П3	2–5	10	ПЭВ-2 0,23	0,2
	5–12	13	ПЭВ-2 0,41	0,3
	3–14	1000	ПЭМ-2 0,1	343
	6–7	28	ПЭВ-2 0,23	0,8
	8–9	15	ПЭВ-2 0,23	0,4
	10–13	7	ПЭМ 0,51	0,1
	4–11	720	ПЭЛШО 0,1	154

Таблица 8.7. **Основные намоточные данные ТВС телевизоров черно-белого изображения неунифицированной конструкции**

Тип телевизора	Типоразмер магнитопровода	Наименование обмотки	Номера выводов	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, мм
"Авангард"	Ш18×18	Анодная	1–2	5	ПЭЛШО 0,2	0,4
			2–3	245	ПЭЛШО 0,2	75
			3–4	250	ПЭЛШО 0,2	–
			4–5	500	ПЭЛШО 0,2	–
		Повышающая	5–6	800	ПЭЛШО 0,2	60
		Накальная	7–8	2	ПЭЛШКО 0,12	0,2
"Беларусь"	Ш18×18	Анодная	1–2	5	ПЭЛШО 0,2	0,42
			2–3	245	ПЭЛШО 0,2	75
			3–4	250	ПЭЛШО 0,2	–
		Анодная	4–5	500	ПЭЛШО 0,2	65
		Повышающая	5–6	900	ПЭЛШО 0,2	55
		Накальная	7–8	2	ПЭЛШКО 0,12	1,7

Тип телевизора	Типоразмер магнитопровода	Наименование обмотки	Номера выводов	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, мм
"Звезда"	Ш18×16	Анодная	1–2	5	ПЭЛШО 0,23	0,36
			2–3	245	ПЭЛШО 0,23	40
			3–4	150	ПЭЛШО 0,23	–
			4–5	400	ПЭЛШО 0,23	54
		Повышающая	5–6	1200	ПЭЛШО 0,16	66
		Накальная	7–8	1	ПЭЛШКО 0,25	1,8
"Зенит"	Ш15×15	Анодная	1–2	100	ПЭЛШО 0,23	5,5
			1–3	475	ПЭЛШО 0,23	42
			1–4	525	ПЭЛШО 0,23	–
			1–5	1200	ПЭЛШО 0,23	60±10 %
		Повышающая	6–7	1250	ПЭЛШО 0,1	330±10 %
"Знамя"	Феррит	Анодная	1–2	30	ПЭВ-2 0,23	–
			2–3	105	ПЭВ-2 0,23	–
			3–4	135	ПЭВ-2 0,23	–
			4–5			
			5–6	220	ПЭВ-2	27,4
		Повышающая	6–анод	775	ПЭЛШО 0,1	152
		АПЧ, АРУ	7–8	60	ПЭВ-2 0,23	–
"Луч"	Ш15×15	Анодная	1–2	100	ПЭВ-2 0,23	5
			2–3	375	ПЭЛШО 0,23	17,5
			3–4	50	ПЭЛШО 0,23	2,5
			4–5	675	ПЭЛШО 0,23	34
		Повышающая	6–7	1250	ПЭЛШО 0,1	330±10 %
"Рекорд"	Феррит	Анодная	1–2	30	ПЭВ-1 0,23	1,5
			2–3	105	ПЭВ-1 0,23	5,3
			3–4	135	ПЭВ-1 0,23	7
			4–5		ПЭВ-1 0,23	–
			5–6	220	ПЭВ-1 0,23	27,4
		Повышающая	6–анод кенотрона	775	ПЭЛШО 0,1	152
		АПЧ, АРУ	7–8	60	ПЭВ-1 0,23	3
"Рембрант"	Альсифер П15×15	Анодная	1–6	20	ПЭЛ 0,3	1,5
			6–2	130	ПЭЛ 0,3	5,3
			2–3	150	ПЭЛ 0,3	7
		Анодная	3–5	200	ПЭЛ 0,3	2,1
		Повышающая	6–7	600	ПЭЛШО 0,12	6,2
"Рубин", "Темп", "Янтарь"	Феррит Ш15×15	Анодная	1–2	30	ПЭВ-2 0,23	1,6
			2–3	105	То же	5,3
			3–4	135	–"–	6,8
			4–5	265	–"–	15,5
			5–6	220	–"–	12
		Повышающая	6–анод кенотрона	775	ПЭЛШО 0,1	152
		Дополнительная	7–8	60	ПЭВ-2 0,23	3
"Старт"	Феррит 600НН Ш14×14	Анодная	1–2	30,5	ПЭВ-1 0,25	24
			2–3	240	То же	–
			3–4	304,5	–"–	–
		Повышающая	4–5	265	–"–	–
			5–6	680	ПЭШО 0,1	140

Устойчивая работа трансформаторов строчной развертки в телевизионных приемниках обеспечивается правильным режимом эксплуатации, конструкцией и технологией их изготовления. Условия эксплуатации трансформаторов ТВС-А и ТВС-Б рассмотрены выше.

Сопротивление изоляции обмоток в нормальных климатических условиях равно 100 МОм. При повышении влажности воздуха и температуры окружающей среды сопротивление изоляции понижается и это обстоятельство является критичным для ТВС. При относительной влажности 98 % при температуре 40 °С сопротивление изоляции обмоток равно 2 МОм.

Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя находится в пределах 8...9 кВ. Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки ТВС – 8...15 кВ в зависимости от схемно-технического решения.

В группу унифицированных ТВС для телевизоров черно-белого изображения с кинескопами, имеющими угол

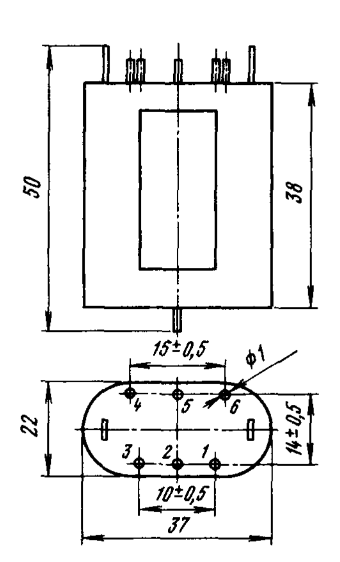


Рис. 8.3. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типов ТВС-70П1, ТВС-70П2

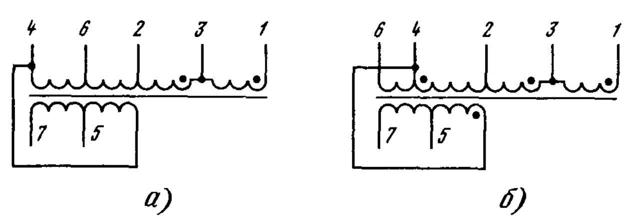


Рис. 8.4. Принципиальные электрические схемы трансформаторов строчной развертки типа ТВС:

а – ТВС-70П1; *б* – ТВС-70П2

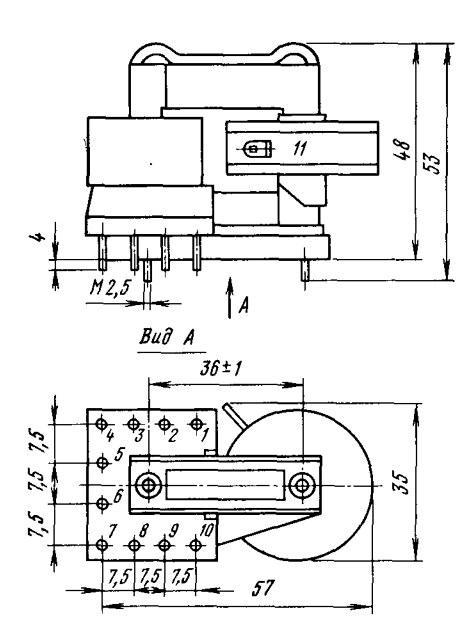


Рис. 8.5. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типа ТВС-70П3

отклонения луча 70°, входят ТВС-70АМ, ТВС-70П1, ТВС-70П2, ТВС-70П3.

ТВС-70АМ закрытой унифицированной конструкции применяется в ламповых выходных каскадах строчной развертки черно-белых телевизоров модели УЛПТ-40-111 в сочетании с отклоняющей системой типа ОС-70 и кинескопом типа 40ЛК6Б.

Основные намоточные данные ТВС-70АМ приведены в табл. 8.6. Принципиальная электрическая схема трансформатора ТВС-70АМ дана на рис. 8.2. Трансформатор имеет четыре обмотки: анодную с отводами; повышающую высоковольтную; дополнительную, импульсы с которой используются в цепях автоматических регулировок (АРУ, АПЧиФ); обмотку накала высоковольтного кенотрона.

Трансформаторы типов ТВС-70П1 и ТВС-70П2 применяют в полупроводниковых выходных каскадах строчной развертки переносных малогабаритных телевизионных приемников черно-белого изображения с кинескопами типа 16ЛК1Б. Трансформаторы работают в комплекте с отклоняющей системой ОС-70П4. Конструкция трансформаторов унифицирована, они отличаются друг от друга незначительно намоточными данными, которые приведены в табл. 8.6.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформаторов типов ТВС-70П1 и ТВС-70П2 показаны на рис. 8.3. Принципиальные электрические схемы трансформаторов даны на рис. 8.4. Последовательное соединение обмоток трансформатора определяется схемой строчной развертки телевизора.

ТВС-70П1 и ТВС-70П2 применяют в телевизионных приемниках модели ПТ-16-IV-1/2 ("Электроника ВЛ-100", "Шилялис-401", "Шилялис-401Д", "Шилялис-402Д", "Шилялис-405Д").

Основные технические параметры ТВС-70П1, ТВС-70П2

Напряжение питания	(10,5±0,5) В
Частота следования импульсов, не более	15,6±1,6
Длительность обратного хода	14±1
Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя, не более:	
ТВС-70П1	9 кВ
ТВС-70П2	8,5 кВ
Ток нагрузки высоковольтного выпрямителя, не более	40 мкА
Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки ТВС	3 кВ
Сопротивление изоляции обмоток в нормальных условиях	100 МОм
Сопротивление постоянному току обмоток ТВС	См. табл. 8.6

Выходные сигнальные трансформаторы типа ТВС-70П3 применяют в выходных каскадах строчной развертки переносных телевизионных приемников черно-белого изображения, принципиальная электрическая схема которых выполнена на полупроводниковых приборах. Угол отклонения луча в кинескопах равен 70°. Работают ТВС-70П3 совместно с отклоняющей системой ОС-70П4.

Общий вид, габаритные и установочные размеры трансформатора типа ТВС-70П3 показаны на рис. 8.5. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.6.

Основные намоточные данные ТВС-70П3 унифицированной конструкции приведены в табл. 8.6.

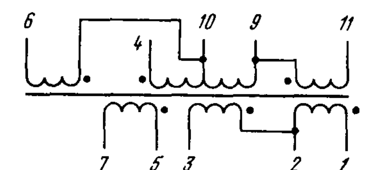


Рис. 8.6. Принципиальная электрическая схема трансформатора строчной развертки типа ТВС-70П3

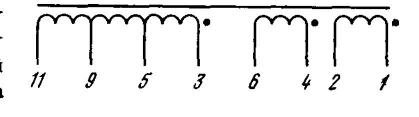


Рис. 8.8. Принципиальная схема трансформатора строчной развертки типа ТВС-90П4

Конструкция трансформатора обеспечивает его установку и монтаж на печатной плате с дополнительным креплением винтами М2,5. Магнитопровод стержневой П-образный из ферромагнитного сплава.

Изготавливают трансформаторы в климатическом исполнении УХЛ категорий 1.1 и 2.1 по ГОСТ 15150-69. Нормированные значения характеристик климатических и механических воздействующих факторов рассмотрены выше и в первой главе справочника.

Основные технические параметры ТВС-70П3

Сопротивление изоляции обмоток ТВС в номинальных климатических условиях, не менее	100 МОм
Сопротивление изоляции обмоток при относительной влажности 98 % при температуре 40 °С, не менее	1 МОм
Номинальное напряжение питания	(10,5±0,5) В
Частота следования импульсов	(15,6±2) кГц
Длительность обратного хода луча	(14±1) мкс
Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя, не более	10,5 кВ
Ток нагрузки высоковольтного выпрямителя, не более	50 мкА
Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки ТВС-70П3	4,5 кВ

В телевизорах черно-белого изображения с кинескопами и типов 23ЛК9Б, 23ЛК13Б, 31ЛК4Б, 40ЛК3Б с прямоугольным экраном и углом отклонения луча 90° применяют сигнальные выходные трансформаторы строчной развертки типоразмеров ТВС-90П3 и ТВС-90П4.

Трансформаторы ТВС-90П3 применяют в выходных каскадах строчной развертки переносных малогабаритных телевизоров в комплекте с кинескопом 23ЛК9Б, отклоняющей системой ОС-90П3, полупроводниковыми приборами и выпрямителем высокого напряжения.

Трансформаторы ТВС-90П4 применяют в выходных каскадах строчной развертки в комплекте с указанными выше кинескопами, выходным транзистором, отклоняющей системой ОС-90П4, демпферным диодом и высоковольтным выпрямителем.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры ТВС-90П4 показаны на рис. 8.7. Принципиальная электрическая схема трансформатора ТВС-90П4 дана на рис. 8.8.

Намоточные данные сигнальных выходных трансформаторов строчной развертки приведены в табл. 8.6.

Конструкция трансформаторов разработана для установки на печатной плате блока разверток телевизора с дополнительным креплением винтами. Шаг координатной сетки 2,5 мм. В трансформаторах ТВС-90П4 применяют П-образный ферритовый магнитопровод, состоящий из двух С-образных частей.

Выводы трансформаторов, включая места их присоединения к трансформатору, выдерживают без повреждений и обрывов в обмотках воздействие механических и климатических нагрузок, приведенных в настоящей главе и первой главе справочника. Места присоединения выводов трансформаторов выдерживают тепловое воздействие при пайке в течение 3 с.

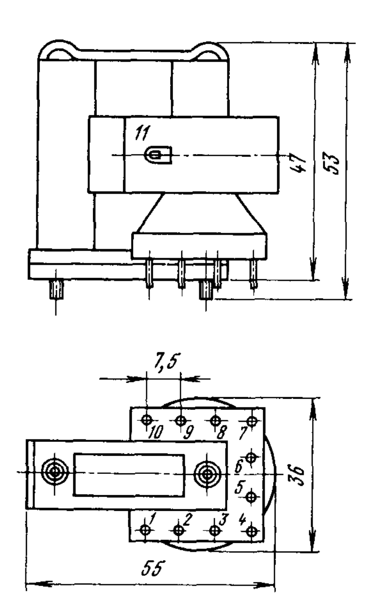


Рис. 8.7. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типа ТВС-80П4

Основные технические характеристики и электрические параметры ТВС-90П4

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом, не менее	10 МОм
Допускаемое отклонение сопротивления обмоток постоянному току (см. табл. 8.6)	±15 %
Номинальное значение напряжения питания	(12,5±0,6) В
Минимальное значение переменного напряжения с частотой 50 Гц	100 $В_{эфф}$
Частота следования импульсов	(15,6±2) кГц
Длительность обратного хода	(12,5±0,5) мкс
Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя, не более	12 кВ
Ток нагрузки высоковольтного выпрямителя, не более	200 мкА
Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки ТВС-90П4	5 кВ

В телевизионных приемниках с кинескопами 31ЛК3Б, 43ЛК6Б, 43ЛК9Б, 43ЛК11Б, 47ЛК1Б, 47ЛК2Б, 50ЛК1Б, 53ЛК5Б, 53ЛК6Б, 50ЛК1Б, 50ЛК2Б, 59ЛК3Б, 61ЛК1Б, 61ЛК2Б, 61ЛК3Б, 65ЛК1Б, 67ЛК1Б и др. с углом отклоне-

ния луча 110° применяются унифицированные трансформаторы строчной развертки типономиналов: ТВС-110, ТВС-110М, ТВС-110А, ТВС-110АМ, ТВС-110ЛА, ТВС-110Л1, ТВС-110Л2, ТВС-110Л3, ТВС-110Л4, ТВС-110П2, ТВС-110П3, ТВС-110Л5 и др. Все рассматриваемые типономиналы ТВС используются в телевизорах черно-белого изображения.

Изготавливают трансформаторы в климатическом исполнении УХЛ категории 4.2 с обычной и повышенной влагоустойчивостью. Условия эксплуатации трансформаторов рассмотрены выше.

Выходные трансформаторы ТВС-110 применяются в ламповых каскадах строчной развертки телевизоров черно-белого изображения с кинескопами 43ЛК9Б, 43ЛК11Б, 53ЛК6Б в комплекте с отклоняющими системами ОС-110.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры трансформатора ТВС-110 показаны на рис. 8.9. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.10.

Намоточные данные унифицированных ТВС для телевизоров черно-белого изображения приведены в табл. 8.6.

Конструкция трансформатора разработана для установки на кронштейне блока разверток с дополнительным креплением винтами М3. В ТВС-110 применен ферритовый магнитопровод П-образной конструкции, состоящий из двух половинок, склеенных между собой ферропластом. В магнитопроводе отсутствует зазор. Объемный монтаж осуществляется к жестким выводам платы, расположенной в верхней части трансформатора.

Выводы ТВС выдерживают без повреждений воздействие механических нагрузок, значения и виды которых приведены выше.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110А применяются в ламповых каскадах строчной развертки телевизионных приемников черно-белого изображения, в

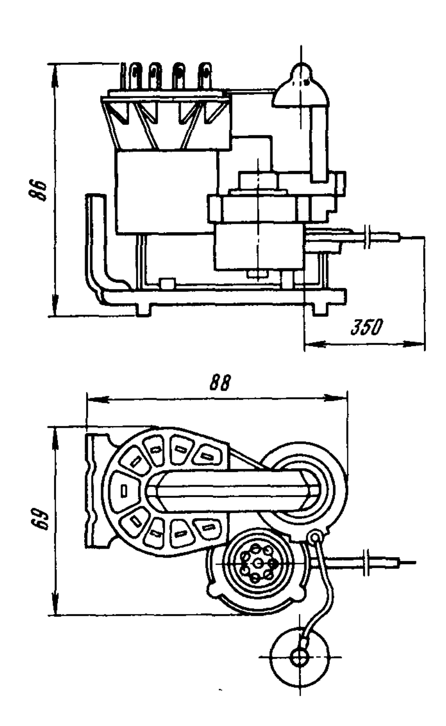


Рис. 8.9. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типов ТВС-110, ТВС-110М

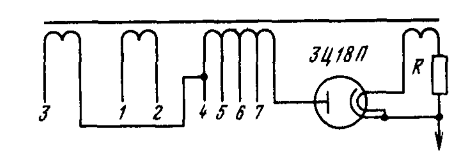


Рис. 8.10. Принципиальная электрическая схема трансформаторов строчной развертки типов ТВС-110, ТВС-110М

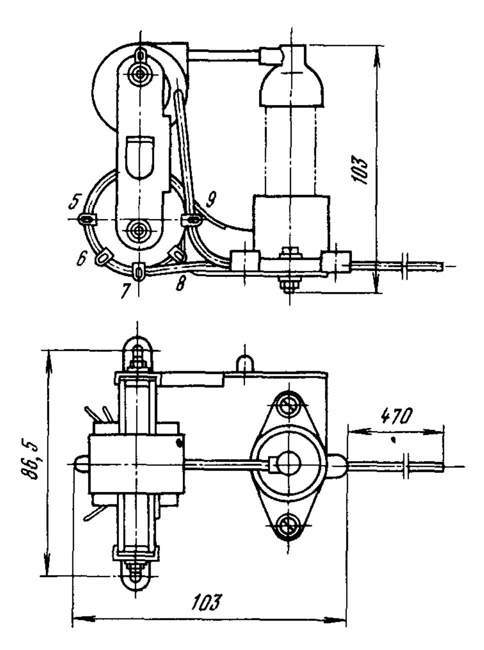


Рис. 8.11. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типов ТВС-110А, ТВС-110АМ, ТВС-110Л1, ТВС-110Л2, ТВС-110Л3

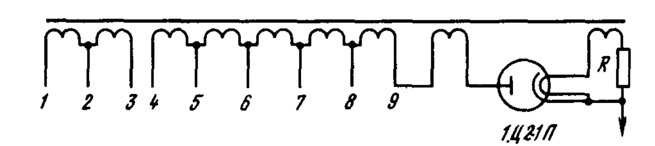


Рис. 8.12. Принципиальная электрическая схема трансформаторов строчной развертки типов ТВС-110А, ТВС-110АМ, ТВС-110Л1, ТВС-110Л2, ТВС-110Л3, ТВС-110Л6

которых применяются кинескопы 47ЛК1Б, 47ЛК2Б, 59ЛК1Б, 59ЛК2Б, имеющие угол отклонения луча 90° и формат изображения 4:5. Трансформатор ТВС-110А используется в комплекте с отклоняющей системой ОС-110А.

Изготавливают трансформаторы в климатическом исполнении УХЛ категории 4.2 по ГОСТ 15150-69 для работы в устройствах строчной развертки телевизионной аппаратуры, а также в исполнении УХЛ категорий 1.1; 3 и 4,2; исполнения Т категорий 1.1 и 3 для работы в качестве межкаскадных согласующих трансформаторов.

Общий вид и габаритные размеры ТВС-110А показаны на рис. 8.11. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.12.

Намоточные данные унифицированных ТВС для телевизоров черно-белого изображения приведены в табл. 8.6.

Конструкция трансформатора разработана для установки и объемного монтажа на кронштейне блока строчной развертки с дополнительным креплением винтами. Выводы, включая места их присоединения к трансформатору, выдерживают без механических повреждений воздействие механических нагрузок. Значения и виды механических нагрузок рассмотрены выше. Трансформаторы группы I (УХЛ и В) и группы III (УХЛ и Т) выдерживают воздействие вибрационных нагрузок с ускорением 5 g (49,1 м/с^2) в диапазоне частот 1...80 Гц. После воздействия этих нагрузок конструкция трансформатора обеспечивает целостность обмоток и отсутствие механических повреждений. Трансформаторы выдерживают также воздействие многократных ударов с ускорением 15 g (147,2 м/с^2).

Технические характеристики ТВС-110А

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом, не менее, для трансформаторов:	
исполнения УХЛ	10 МОм
исполнения В и Т	100 МОм
Допускаемое отклонение сопротивления обмоток постоянному току (см. табл. 8.6)	±15 %
Сопротивление изоляции между обмотками при относительной влажности 98 % и температуре 40 °С (кратковременное воздействие), не менее	2 МОм
Номинальное напряжение питания	250 В
Частота следования импульсов	(15,6±1,5) кГц
Длительность обратного хода луча	(12±0,5) мкс
Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя, не более	16 кВ
Ток нагрузки высоковольтного выпрямителя, не более	200 мкА
Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки ТВС-110А	20 кВ

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110АМ применяются в ламповых выходных каскадах строчной развертки телевизоров черно-белого изображения с кинескопами 47ЛК1Б, 47ЛК2Б, 59ЛК1Б И 50ЛК2Б, имеющие угол отклонения луча 110°. ТВС-110А и ТВС-110АМ взаимозаменяемы. Буква М в обозначении трансформатора указывает на модернизацию ТВС-110А. Трансформатор ТВС-110АМ отличается от трансформатора ТВС-110А более совершенной технологией изготовления, числом витков повышающей и анодной обмоток, расположением лепестков на плате, отсутствием на повышающей обмотке обволакивающей изоляционной массы, повышенной электрической прочностью, более низким уровнем паразитных колебаний, которые вызывают в левой части растра демпферные полосы.

Применяются трансформаторы ТВС-АМ в комплекте с отклоняющей системой ОС-110ЛА или ОС-110А.

Общий вид и габаритные размеры трансформатора ТВС-110АМ приведены на рис. 8.11. Принципиальная электрическая схема трансформатора приведена на рис. 8.12.

Намоточные данные унифицированных ТВС-110АМ для телевизоров черно-белого изображения приведены в табл. 8.6.

Конструкция трансформатора разработана для установки и монтажа на металлическом кронштейне блока строчной развертки с дополнительным креплением двумя винтами. Лепестки выводов обмоток трансформатора, включая места их присоединения, выдерживают без механических повреждений и обрывов в обмотках воздействие климатических и механических факторов, рассмотренных выше.

Основные технические характеристики и электрические параметры трансформаторов ТВС-110АМ соответствуют параметрам трансформаторов ТВС-110А.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110М применяют в ламповых выходных каскадах строчной развертки телевизоров черно-белого изображения с кинескопами 47ЛК1Б, 47ЛК2Б, 50ЛК2Б. Трансформатор ТВС-110М является модернизированным вариантом трансформатора ТВС-110.

Изготавливает ТВС-110М в климатическом исполнении УХЛ категории 4.2 по ГОСТ 15150-69, в климатическом исполнении В и Т категорий 1.1 и 3 с обычной и повышенной влагозащищенностью. Условия эксплуатации ТВС рассмотрены выше.

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов ТВС-110М и ТВС-110 показаны на рис. 8.9. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.10.

Намоточные данные унифицированных ТВС-110М для телевизоров черно-белого изображения приведены в табл. 8.6.

Конструкция трансформаторов разработана для установки на кронштейне блока разверток с дополнительным креплением винтами. В ТВС-110М применен ферритовый магнитопровод стержневой конструкции, состоящий из двух частей, между которыми имеется зазор. Это позволяет применять трансформатор ТВС-110М в телевизорах марки "Темп-6М", "Темп-7М" и др. Объемный монтаж осуществляется к жестким лепесткам выводов обмоток, расположенных на плате в верхней части трансформатора. Лепестки выводов обмоток выдерживают без повреждений и обрывов в обмотках воздействие механических и климатических нагрузок, значения и виды которых рассмотрены в первой главе справочника.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110Л1 применяются в ламповых выходных каскадах строчной развертки телевизоров черно-белого изображения первого класса с кинескопами типа 65ЛК1Б, имеющими угол отклонения луча 110°.

Трансформаторы ТВС-110Л1 работают совместно с отклоняющими системами типа ОС-110Л1. В телевизорах ЗУЛПТ-50-111. Изготавливают трансформаторы в климатическом исполнении УХЛ, В или Т категорий 1.1, 3, 4.2 с обычной или повышенной влагозащищенностью. Условия эксплуатации ТВС рассмотрены выше.

Общий вид и габаритные размеры трансформатора ТВС-110Л1 показаны на рис. 8.11. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.12.

Намоточные данные унифицированных ТВС для телевизоров черно-белого изображения приведены в табл. 8.6.

Трансформатор устанавливается в телевизоре в блоке строчной развертки на кронштейне с дополнительным креплением винтами. В трансформаторе ТВС-110Л1 применен ферритовый стержневой магнитопровод, состоящий из двух частей.

Сигнальные трансформаторы ТВС-110Л2 применяются в ламповых выходных каскадах строчной развертки теле-

визоров черно-белого изображения 1 класса с кинескопами типа 65ЛК2Б, имеющими угол отклонения луча 110°.

Общий вид и габаритные размеры трансформатора ТВС-110Л2 показаны на рис. 8.11. Принципиальная электрическая схема дана на рис. 8.12.

В трансформаторе применен стержневой магнитопровод из феррита марки 2000НМ, состоящий их двух частей соединенных скобой.

Намоточные данные трансформатора ТВС-110Л2 приведены в табл. 8.6.

Конструкция трансформатора и технология его изготовления позволяют применять его в жестких климатических условиях при воздействии внешних климатических и механических нагрузок, при повышенной влажности и повышенной температуре окружающей среды. При этом электрические параметры находятся в пределах допускаемых отклонений, не превышающих ±15 %. Условия эксплуатации трансформаторов ТВС рассмотрены выше.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110Л3 применяются в ламповых выходных каскадах строчной развертки телевизоров черно-белого изображения модели ЛПТ-61-11, УЛПТ-61-11, ЛПТ-59-11-1 с кинескопами 59ЛК2Б, 61ЛК1Б, 61ЛК2Б, имеющими угол отклонения луча 110°. Используют трансформаторы ТВС-110Л3 в комплекте с отклоняющей системой типа ОС-110А.

Общий вид и габаритные размеры трансформатора ТВС-110Л3 показаны на рис. 8.11. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.12. Трансформатор ТВС-110Л3 взаимозаменяем с ТВС-110АМ.

Намоточные данные трансформатора ТВС-110Л3 приведены в табл. 8.6.

В конструкции трансформатора использован стержневой П-образный магнитопровод из феррита марки 2000НМ, состоящий из двух частей. Основные электромагнитные параметры и конструктивные размеры магнитопроводов рассмотрены во второй главе справочника.

Условия эксплуатации ТВС приведены выше и подробно рассмотрены в первой главе книги. Во влагозащищенном исполнении трансформаторы ТВС-110Л3 устойчиво работают при относительной влажности 85 % при температуре 35 °С.

Основные электрические параметры трансформаторов ТВС-110Л3 соответствуют ТВС-110ЛА и ТВС-110АМ. Изоляция трансформаторов между обмотками, каждой обмоткой и магнитопроводом выдерживает без электрического пробоя и поверхностного перекрытия предельное напряжение, равное 1,5 максимального рабочего, но не менее 100 В эффективного значения переменного тока с частотой 50 Гц. Сопротивление изоляции между обмотками трансформатора, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом не менее 10 МОм.

При эксплуатации трансформаторы ТВС-110Л3 выдерживают воздействие повышенной температуры с учетом перегрева трансформатора: 55 °С – для климатического исполнения УХЛ; 70 °С – для климатического исполнения Т и В. При этом сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом не менее 2 МОм. Трансформаторы исполнения В сохраняют работоспособность в условиях воздействия пониженной температуры –25 °С.

Наработка трансформаторов ТВС-110Л3 в указанных режимах и условиях – не менее 15 000 ч. Интенсивность отказов в течение 15 000 ч – 1,2 10^{-6} при доверительной вероятности 0,6; 95 %-ный срок сохраняемости трансформаторов ТВС не менее 5 лет с момента изготовления.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110Л4 применяются в ламповых выходных каскадах строчной

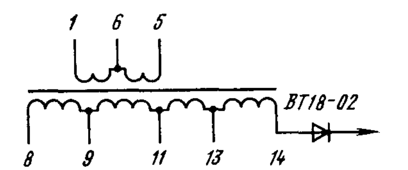


Рис. 8.13. Принципиальная электрическая схема трансформаторов строчной развертки типа ТВС-110Л4

развертки телевизоров черно-белого изображения с кинескопами 61ЛК1Б, 61ЛК2Б, имеющими угол отклонения луча 110°. Используется трансформатор в комплекте с отклоняющей системой ОС-110Л1, выпрямителем типа ВТ18-02 и выходной лампой типа 6П44С.

Принципиальная электрическая схема трансформатора ТВС-110Л4 приведена на рис. 8.13. Обмотки трансформатора распаивают на проволочные выводы, установленные в пластмассовой плате. Конструкция трансформатора разработана для монтажа на печатной плате с шагом координатной сетки 2,5 мм.

Намоточные данные трансформатора ТВС-110Л4 приведены в табл. 8.6.

Условия эксплуатации трансформаторов указаны выше и в первой главе справочника. Основные электрические параметры соответствуют приведенным для ТВС-110А.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110Л6 применяются в ламповых каскадах строчной развертки телевизоров черно-белого изображения с кинескопами, имеющими угол отклонения луча 110°: 47ЛК1Б, 47ЛК2Б, 59ЛК2Б, 50ЛК3Б и др. Используют трансформаторы в комплекте с отклоняющей системой типов ОС-110А, ОС-110ЛА и высоковольтным кенотроном 1Ц21.

Принципиальная электрическая схема трансформатора ТВС-110Л6 показана на рис. 8.12. Общий вид и габаритные размеры даны на рис. 8.11. Обмотки трансформаторов распаивают на лепестки выводов, вмонтированных в конструкцию катушек. Конструкция трансформатора разработана для объемного монтажа и установки на кронштейне или шасси телевизора и обеспечивает устойчивую эксплуатацию при воздействии различных климатических и механических факторов. Трансформаторы ТВС-110Л6 выдерживают воздействие повышенной влажности и температуры окружающей среды. Для климатического исполнения УХЛ предельная температура 55 °С, для исполнения Т и В – 70 °С с учетом температуры перегрева обмоток.

Условия эксплуатации трансформаторов в общем виде рассмотрены в первой и настоящей главах справочника.

Намоточные данные трансформатора ТВС-110Л6 приведены в табл. 8.6.

Трансформаторы ТВС-110Л6 имеют высокие показатели надежности и долговечности. Наработка на отказ трансформаторов ТВС-110Л6 в нормальных условиях эксплуатации – не менее 15 000 ч. Интенсивность отказов в течение 15 000 ч равна $1{,}2 \cdot 10^{-6}$ 1/ч, при достоверности 0,6; 95 %-ный срок сохраняемости 5 лет.

Основные технические характеристики и электрические параметры трансформаторов ТВС-110Л6 приведены ниже.

Основные электрические параметры ТВС-110Л6

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом, не менее	10 МОм
Сопротивление изоляции между обмотками при относительной влажности 85 % и температуре 25 °С, не менее . . .	2 МОм

Допускаемое отклонение сопротивления обмоток постоянному току, (табл. 8.6)	±15 %
Номинальное напряжение питания	250 В
Частота следования импульсов	(15,6±1,5) кГц
Минимальное значение переменного напряжения с частотой 50 Гц	100 $В_{эфф}$
Длительность обратного хода луча	12±0,5 мкс
Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя, не более	16 кВ
Ток нагрузки высоковольтного выпрямителя, не более	200 мкА
Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки ТВС-110Л6	20 кВ

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110ЛА применяют в ламповых выходных каскадах строчной развертки телевизоров черно-белого изображения моделей ЛПТ-59-11-1, ЛПТ-59/61-11 ("Ладога"), с кинескопами, имеющими угол отклонения луча 110°. Используются ТВС-110ЛА в комплекте с отклоняющей системой ОС-110ЛА и электронными лампами 1Ц21П, 6Д20П, 6П36С.

Трансформатор ТВС-110ЛА по конструкции унифицирован с выходными трансформаторами ТВС-АМ, ТВС-110А, ТВС-Л3. Трансформатор ТВС-110ЛА взаимозаменяем с трансформатором ТВС-АМ.

Принципиальная электрическая схема трансформатора ТВС-110ЛА показана на рис. 8.14.

Намоточные данные трансформатора ТВС-110ЛА приведены в табл. 8.6.

Условия эксплуатации трансформаторов рассмотрены в первой и настоящей главах справочника. Трансформаторы выдерживают воздействия повышенной влажности и температуры без изменения электрических параметров и без обрывов в обмотках. Для климатического исполнения УХЛ предельная относительная влажность воздуха 85 % при температуре 25 °С, предельная повышенная температура до 55 °С; для климатических исполнений Т и В предельная повышенная температура –70 °С.

Наработка трансформаторов ТВС-110ЛА в нормальных условиях эксплуатации, не менее 15000 ч. Интенсивность отказов в течение 15000 равна $1{,}2\cdot10^{-6}$ 1/ч, при доверительной вероятности 0,6; 95 %-ный срок сохраняемости 5 лет.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110П2 применяются в полупроводниковых выходных каскадах строчной развертки телевизоров черно-белого изображения УПТ-61-11-1/2 с кинескопами типа 61ЛК2Б. Трансформатор ТВС-110П2 применяется в комплекте с отклоняющей системой ОС-110П2, полупроводниковыми приборами Д234А, КТ805А и выпрямителем-удвоителем с селеновыми выпрямителями типов 7ГЕ360АФ, 7ГЕ140АФ. Трансформатор имеет три дополнительные обмотки: для подачи импульсов обратного хода луча на устройство АРУ (вывод

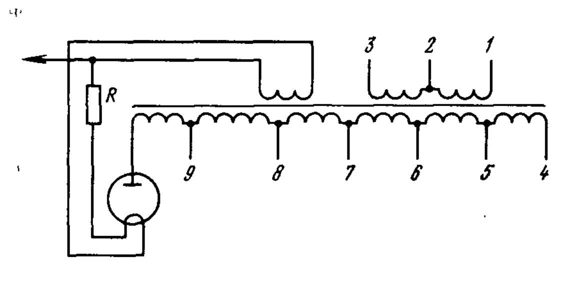


Рис. 8.14. Принципиальная электрическая схема трансформаторов строчной развертки типа ТВС-110ЛА

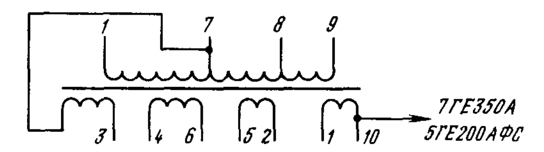


Рис. 8.15. Принципиальная электрическая схема трансформаторов строчной развертки типа ТВС-110П2

2), для выпрямителя питания ускоряющего и фокусирующего электродов кинескопа (вывод 6) и высоковольтную обмотку. В телевизорах УПТ-61-11-3/4 трансформатор ТВС-110П2 применяют в комплекте с ОС-110П2, полупроводниковыми приборами типов КТ808А, Д245 и умножителем напряжения типа УН-9/18-0,3.

Принципиальная электрическая схема трансформатора ТВС-110П2 дана на рис. 8.15. Намоточные данные унифицированных ТВС для телевизоров черно-белого изображения приведены в табл. 8.6.

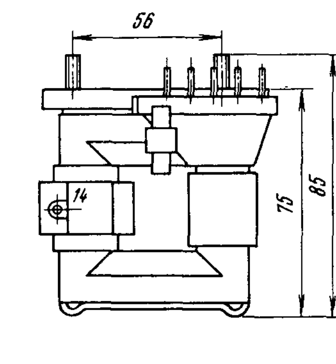
Конструкция трансформатора разработана для установки и монтажа на печатной плате блока строчной развертки с дополнительным креплением винтами. Шаг координатной сетки печатной платы 2,5 мм. В трансформаторе ТВС-110П2 применяется стержневой П-образный ферритовый магнитопровод, состоящий из двух частей. Основные размеры и электромагнитные параметры магнитопровода приведены во второй главе справочника.

Изготавливают трансформаторы ТВС в климатических исполнениях УХЛ, Т или В. Во всеклиматическом исполнении трансформаторы имеют повышенную влагозащищенность и устойчиво работают при повышенной влажности и повышенной температуре окружающей среды.

При эксплуатации в телевизорах конкретных марок трансформаторы ТВС выдерживают длительное воздействие относительной влажности 85 % при температуре 25 °С, при более низких значениях относительной влажности трансформаторы климатического исполнения В или Т устойчиво работают при температуре 70 °С, климатического исполнения УХЛ – при температуре 55 °С. Температура перегрева обмоток трансформаторов ТВС может достигать 35...55 °С. При указанных условиях эксплуатации электрические параметры трансформаторов сохраняются в пределах допустимых отклонений, но не более ± 15 %. Трансформаторы ТВС-110П2 исполнений В и УХЛ сохраняют работоспособность в условиях пониженной температуры окружающей среды до – 25 °С. Трансформаторы при транспортировании в упаковочной таре выдерживают воздействие пониженной температуры – 50 °С для климатических исполнений УХЛ и – 60 °С для климатических исполнений В и Т. После такого воздействия сопротивление изоляции обмоток – не менее 2 МОм.

Сопротивление изоляции между обмотками трансформатора, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом в нормальных климатических условиях – не менее 10 МОм. Изоляция между обмотками трансформатора, каждой обмоткой и магнитопроводом выдерживает без электрического пробоя и поверхностного перекрытия максимальное напряжение, равное 1,5 предельного рабочего, но не менее 100 В эффективного значения переменного тока с частотой 50 Гц.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-110П3 применяются в полупроводниковых выходных каскадах строчной развертки телевизоров черно-белого изображения модели УПТ-61-11-3/4 с кинескопами типов 61ЛК1Б, 61ЛК2Б, имеющими угол отклонения луча 110°. Трансформаторы ТВС-110П3 работают в комплекте с отклоняю-



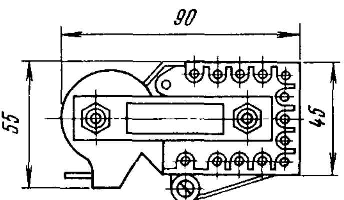


Рис. 8.16. Общий вид трансформаторов строчной развертки типа ТВС-110П3

щей системой ОС-110П3, полупроводниковыми приборами типов КТ808А, КД206А и высоковольтным выпрямителем-умножителем типа 1Н-9/19-0,3.

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов ТВС-110П3 показаны на рис. 8.16. Принципиальная электрическая схема выходного сигнального трансформатора строчной развертки типа ТВС-110П3 дана на рис. 8.17. Намоточные данные унифицированных ТВС для телевизоров черно-белого изображения приведены в табл. 8.6.

Конструкция трансформатора ТВС-110П3 обеспечивает его установку и монтаж на печатной плате блока строчной развертки с шагом координатной сетки 2,5 мм. Крепят трансформатор к кронштейну винтами М3. В трансформаторе ТВС-110П3 применен магнитопровод стержневой конструкции типа П из магнитомягкого феррита марки 2000НМ. Основные электромагнитные параметры, технические характеристики и конструктивные размеры П-образных магнитопроводов рассмотрены во второй главе справочника.

Унифицированные межкаскадные трансформаторы строчной развертки для телевизионной аппаратуры изготавливают в климатических исполнениях УХЛ, В или Т, групп применения I, II и III. В группу I исполнения входят трансформаторы климатических исполнений УХЛ и В, категорий 4.2 по ГОСТ 15150-69. Во вторую группу входят трансформаторы климатических исполнений УХЛ и Т, категории 3. В группу III – УХЛ и Т категории 1.1.

Устойчивая работа трансформаторов ТВС-110П3 в телевизорах конкретных марок обеспечивается при длительном воздействии повышенной влажности и повышенной

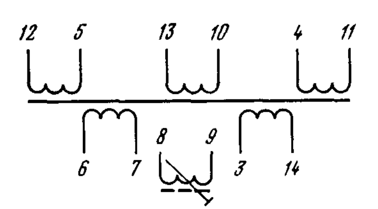


Рис. 8.17. Принципиальная электрическая схема выходных трансформаторов строчной развертки типа ТВС-110П3

температуры. Предельное значение повышенной температуры для трансформаторов исполнения УХЛ 55 °С, для трансформаторов исполнений В и Т 70 °С. Температура перегрева обмоток трансформаторов ТВС лежит в пределах 35...55 °С. При указанных условиях эксплуатации электрические параметры трансформаторов ТВС-110П3 сохраняются в допускаемых отклонениях, но не более ± 15 %. Трансформаторы ТВС также сохраняют устойчивую работу в условиях пониженной температуры окружающей среды: исполнений В и УХЛ при температуре – 25 °С. Трансформаторы при транспортировании в упаковочной таре выдерживают воздействие пониженной температуры – 50 °С для климатических исполнений УХЛ и – 60 для климатических исполнений В и Т. После воздействия климатических факторов сопротивление изоляции обмоток – не менее 2 МОм.

Изоляция между обмотками трансформатора, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом выдерживает без электрического пробоя и поверхностного перекрытия предельное напряжение, равное 1,5 максимального рабочего, но не менее 100 В эффективного значения переменного тока с частотой 50 Гц.

Дополнительные электрические параметры ТВС-110П3

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом, не менее	10 МОм
Сопротивление изоляции между обмотками при относительной влажности 85 % при температуре 35 °С, не менее . .	2 МОм
Допускаемое отклонение сопротивления обмоток постоянному току, указанные для ТВС-110П3 в табл. 8.6	± 15 %
Номинальное напряжение питания	(30 ± 1,5) В
Частота следования импульсов	(15,6 ± 1,5) кГц
Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя, не более	17 кВ
Ток нагрузки высоковольтного выпрямителя, не более	200 мкА
Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки	8,5 кВ
Длительность обратного хода луча	13 ± 0,5 мкс

Трансформаторы типа ТВС для цветных телевизоров с кинескопами, имеющими угол отклонения луча 90°.

В группу сигнальных выходных трансформаторов строчной развертки телевизоров цветного изображения с кинескопами, имеющими угол отклонения луча 90°, входят следующие типоразмеры трансформаторов: ТВС-90ЛЦ2, ТВС-90ЛЦ2-1, ТВС-90ЛЦ4, ТВС-90ПЦ10, ТВС-90ПЦ11, ТВС-90ПЦ12.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-90ЛЦ2, ТВС-90ЛЦ4, ТВС-90ЛЦ2-1 применяются в ламповых выходных каскадах строчной развертки телевизоров цветного изображения с масочными кинескопами, имеющими угол отклонения луча 90°: 59ЛК3Ц, 32ЛК1Ц-1, 51ЛК2Ц, 61ЛК3Ц. Рассматриваемые ТВС работают в телевизорах УЛПЦТ-59-11, ЛПЦТ-59-11 в комплекте с отклоняющей системой ОС-90ЛЦ2.

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов ТВС-90ЛЦ2 и ТВС-90ЛЦ2-1 показаны на рис. 8.18. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.19. Сочетания обмоток трансформатора зависят от схемы телевизора.

Намоточные данные трансформаторов ТВС-90ЛЦ2, ТВС-90ЛЦ2-1, ТВС-90ЛЦ-4 приведены в табл. 8.8.

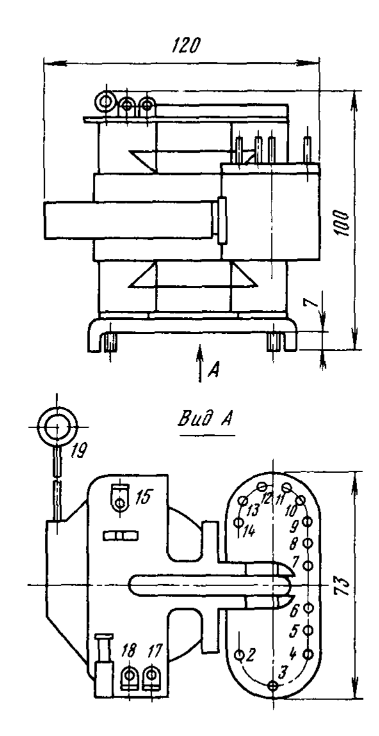


Рис. 8.18. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типов ТВС-90ЛЦ2, ТВС-90ЛЦ2-1

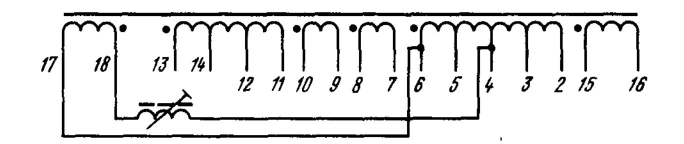


Рис. 8.19. Принципиальная электрическая схема выходных трансформаторов строчной развертки типов ТВС-90ЛЦ2, ТВС-90ЛЦ2-1

Конструкция трансформаторов разработана для установки и монтажа на шасси телевизора или кронштейне блока строчной развертки с дополнительным креплением винтами М3. Объемный монтаж осуществляется к лепесткам и проволочным выводам обмоток, расположенным в верхней части трансформатора. Выводы обмоток трансформатора выдерживают без обрывов и механических повреждений воздействие механических и климатических нагрузок, виды и характеристики которых приведены в настоящей главе.

Трансформаторы ТВС-90ЛЦ2 отличаются от ТВС-90ЛЦ2-1 длиной кабеля от вывода 15 до колпачка анода лампы 3Ц22С, трансформатор ТВС-90ЛЦ4 отличается от ТВС-90ЛЦ2 числом витков в обмотках и сопротивлением обмоток постоянному току.

Условия эксплуатации ТВС определяются вариантом климатического исполнения трансформатора. Изготавливаются ТВС в исполнениях УХЛ, Т или В. Во влагозащищенном тропическом и всеклиматическом исполнениях

Таблица 8.8. **Основные намоточные данные ТВС для телевизоров цветного изображения**

Типоразмер трансформатора	Типоразмер отклоняющей системы	Выводы обмоток ТВС	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
ТВС-90ЛЦ2 ТВС-90ЛЦ2-1	ОС-90ЛЦ2	2–3	214	ПЭВ-2 0,41	3
		3–4	291	То же	3,5
		4–5	75	-"-	0,8
		5–6	112	-"-	0,7
		7–8	75	-"-	0,7
		9–10	75	-"-	0,65
		11–12	17	ПЭВ-2 0,23	0,5
		12–14	11	То же	0,3
		14–13	28	-"-	0,8
		15-анод кенотрона	1900	ПЭВ-2 0,08	800
ТВС-90ЛЦ4	ОС-90ЛЦ2	2–6	665	ПЭМ-2 0,41	5,5
		7–8	75	То же	0,8
		9–10	75	-"-	0,8
		13–14	15	ПЭМ-2 0,23	0,8
		14–11	13	ПЭМ-2 0,23	0,8
		15-анод кенотрона 3Ц22С	1904	ПЭМ-2 0,08	800
ТВС-90Л5	ОС-90ЛЦ2	5–2	285	ПЭВ-2 0,29	0,6
		3–2	285	ПЭВ-2 0,29	0,6
		4–2	10,5	ПЭВ-2 0,29	0,2
		2–6	77	ПЭВ-2 0,29	0,8
		8–7	77	ПЭВ-2 0,29	0,8
		11–12	170	ПЭВ-2 0,35	2,6
		12–13	230	ПЭВ-2 0,35	11
ТВС-90ПЦ4	ОС-90ПЦ4	2–4	4	ПЭМ-2 0,41	0,1
		2–5	4	ПЭМ-2 0,41	0,1

Типоразмер трансформатора	Типоразмер отклоняющей системы	Выводы обмоток ТВС	Число витков	Марка и диаметр провода, мм	Сопротивление постоянному току, Ом
		3–5	32	ПЭМ-2 0,51	0,6
		4–6	15	ПЭМ-2 0,41	0,4
		6–8	13	ПЭМ-2 0,41	0,3
		7–9	200	ПЭМ-2 0,15	10
		9–14	730	ПЭМ-2 0,15	28
		10–11	68	ПЭМ-2 0,51	0,4
		11–12	7	ПЭМ-2 0,15	0,1
ТВС-90ПЦ10	32ЛК1Ц	9–3	–	ПЭМ-2 0,41	1
		4–13	–	ПЭМ-2 0,08	5
		4–14	–	ПЭМ-2 0,08	240
ТВС-90ПЦ11	ОС-9038	2–3	32	ПЭВ-2 0,4	0,3
		2–5	5	ПЭВ-2 0,4	0,1
		4–2	5	ПЭВ-2 0,4	0,1
		4–8	18	ПЭВ-2 0,4	0,3
		8–6	10	ПЭВ-2 0,4	0,2
		7–14	900	ПЭВ-2 0,14	100
		9–12	13	ПЭВ-2 0,23	0,2
		10–11	68	ПЭВ-2 0,5	0,5
		11–12	7	ПЭВ-2 0,5	0,1
ТВС-90ПЦ12	ОС9038 ПЦ12	5–6	50	ПЭМ-2 0,75	0,5
		7–8	50	ПЭМ-2 0,75	0,5
		9–10	15	ПЭМ-2 0,5	0,3
		2–30	715	ПЭМ-2 0,15	27
		12–13	15	ПЭМ-2 0,5	0,3
		14–15	3	ПЭМ-2 0,15	0,3
		16–18	3	ПЭМ-2 0,5	0,3
		19–23	22	ПЭМ-2 0,22	0,5
		20–23	4	ПЭМ-2 0,22	0,2
		21–23	4	ПЭМ-2 0,22	0,2
		22–23	29	ПЭМ-2 0,22	0,5
		26–27	61	ПЭМ-2 0,5	0,8
		28–29	61	ПЭМ-2 0,5	0,8
ТВС-110ПЦ15	ОС9029 ПЦ17	4–3	4	ПЭВ-2 0,31	0,1
		4–5	8	ПЭВ-2 0,31	0,1
		9–10	16	ПЭВ-2 0,31	0,2
		9–11	45	ПЭВ-2 0,4	0,4
		11–12	100	ПЭВ-2 0,4	1,2
		14–15	1080	ПЭВ-2 0,14	112
ТВС-110ПЦ16	ОС9038 ПЦ12	2–3	24	ПЭВ-2 0,31	0,3
		3–4	3	ПЭВ-2 0,31	0,1
		4–5	8	ПЭВ-2 0,31	0,2
		7–8	4	ПЭВ-2 0,4	0,1
		9–10	16	ПЭВ-2 0,31	0,3
		9–11	45	ПЭВ-2 0,4	0,45
		11–12	100	ПЭВ-2 0,4	1,2
		14–15	1050	ПЭВ-2 0,14	102
ТВС-110ПЦ18	ОС11030 ПЦ18	3–4	7	ПЭВ-2 0,31	0,1
		4–5	7	ПЭВ-2 0,31	0,1
		7–8	3	ПЭВ-2 0,4	0,1
		9–10	15	ПЭВ-2 0,31	0,2
		9–11	45	ПЭВ-2 0,4	0,4
		11–12	108	ПЭВ-2 0,4	1,3
		14–15	1050	ПЭВ-2 0,14	102

трансформаторы ТВС рассматриваемых типоразмеров устойчиво работают при повышенных относительной влажности (до 85 %) и повышенной температуре окружающей среды (25 °С).

Основные электрические параметры и технические характеристики трансформаторов ТВС-90ЛЦ2, ТВС-90ЛЦ2-1, ТВС-90ЛЦ4 практически не отличаются, что делает их взаимозаменяемыми. Изоляция трансформаторов между обмотками, каждой обмоткой и магнитопроводом выдерживает без электрического пробоя и поверхностного перекрытия предельное напряжение, равное 1,5 максимального рабочего, но не менее 100 В эффективного значения переменного тока с частотой 50 Гц. Сопротивление изоляции между обмотками трансформатора, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом не менее 10 МОм.

При работе в телевизорах конкретных марок трансформаторы выдерживают длительное воздействие повышенной температуры, учитывая и перегрев обмоток трансформаторов: 70 °С – для климатических исполнений В и Т; 55 °С – для климатического исполнения УХЛ. При этом сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом – не менее 1 МОм. Трансформаторы исполнений В и УХЛ сохраняют работоспособность в условиях воздействия пониженной температуры до – 25 °С.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-90ЛЦ5 применяются в ламповых выходных каскадах срочной развертки телевизоров цветного изображения с масочными кинескопами, имеющими угол отклонения луча 90°. В телевизионных приемниках "Электрон", "Радуга", "Таурас", "Рекорд" и др. моделей УЛПЦТИ-61-11-10/11, УЛПЦТИ-61-11-12, УЛПЦТИ-61-11-14, УЛПЦТИ-61-11-17, УЛПЦТИ-61-11-31 и др. трансформаторы используются в комплекте с отклоняющей системой ОС-90ЛЦ2, выходной лампой 6П45С, полупроводниковым диодом КЦ109А и высоковольтным выпрямителем-умножителем типа УН8,5/25-1,2.

Общий вид и габаритные размеры трансформатора типа ТВС-90ЛЦ5 показаны на рис. 8.20. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.21. Намоточные данные трансформатора унифицированной конструкции ТВС приведены в табл. 8.6.

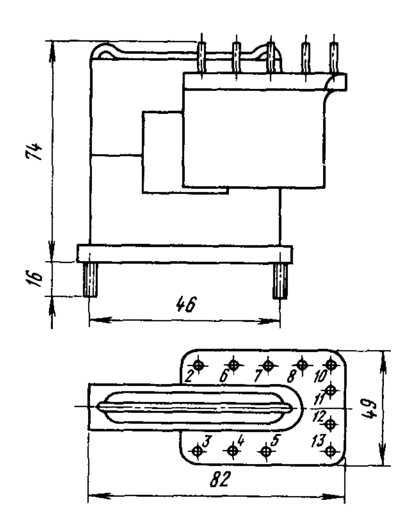


Рис. 8.20. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типа ТВС-90ЛЦ5

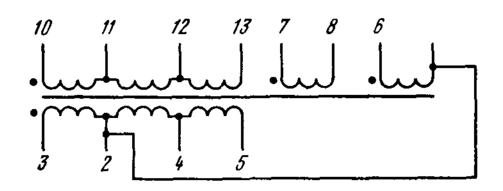


Рис. 8.21. Принципиальная электрическая схема выходных трансформаторов строчной развертки типа ТВС-90ЛЦ5

Конструкция трансформатора ТВС-90ЛЦ5 обеспечивает его установку на металлическом шасси блока разверток телевизора, с креплением при помощи шпилек, установленных в плате трансформатора. В трансформаторе применен магнитопровод стержневой конструкции типа П из ферромагнитного сплава. Основные электромагнитные параметры и конструктивные размеры магнитопроводов приведены во второй главе справочника.

Изготавливают трансформаторы в климатических исполнениях УХЛ, В или Т категорий 1.1, 3, 4.2. Во влагозащищенном исполнении трансформаторы устойчиво работают при повышенных влажности (до 85 %) и температуре (35 °С). При работе в телевизорах конкретных марок трансформаторы обеспечивают сохранение основных электрических параметров при температуре 55 °С для климатических исполнений УХЛ и 70 °С – для исполнений В и Т. Трансформаторы исполнений В и УХЛ сохраняют работоспособность после воздействия пониженной температуры до – 50 °С.

Изоляция между обмотками, каждой обмоткой и магнитопроводом выдерживает без электрического пробоя и поверхностного перекрытия предельное напряжение, равное 1,5 максимального рабочего, но не менее 100 В эффективного значения переменного тока с частотой 50 Гц. Сопротивление изоляции между обмотками трансформатора, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом – не менее 10 МОм.

Дополнительные технические характеристики и электрические параметры сигнальных выходных трансформаторов ТВС-90ЛЦ5

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом при относительной влажности 85 % при температуре 35 °С, не менее	2 МОм
Допускаемое отклонение сопротивления обмоток постоянному току, указанные для ТВС-90ЛЦ5 в табл. 8.6 . .	± 15 %
Номинальное напряжение питания . .	(320±50) В
Частота следования импульсов	(15,6±2) Гц
Длительность обратного хода луча . .	11±1 мкс
Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя, не более	26 кВ
Ток нагрузки высоковольтного выпрямителя, не более	1000 мкА
Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки ТВС-90ЛЦ5	8,5 кВ

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-90ПЦ10 применяются в полупроводниковых выходных каскадах строчной развертки переносных телевизоров цветного изображения неунифицированной конструкции с кинескопами типа 32ЛКЦ1, имеющими угол отклонения луча 90°

("Шилялис-410/410Д" и др.). Трансформаторы применяются в комплекте с отклоняющей системой ОС-90ПЦ-10, постоянно закрепленной на горловине кинескопа, а также с магнитостатическим устройством регулировки статического сведения и чистоты цвета МСУ.

Изготавливают трансформаторы ТВС-90ПЦ10 в климатических исполнениях УХЛ и Т, группы III применения, категории 1.1 по ГОСТ 15150—69.

Трансформаторы устойчиво работают при воздействии различных климатических и механических нагрузок и факторов. Трансформаторы группы III применения выдерживают воздействие вибрационных нагрузок с ускорением 5 g (49,1 м/с^2) в диапазоне частот 1...80 Гц. Трансформаторы ТВС-90ПЦ10ю выдерживают воздействие многократных ударов с ускорением 15 g (147,2 м/с^2). Трансформаторы выдерживают воздействие повышенной температуры следующих значений: 55 °С — для климатического исполнения УХЛ; 70 °С — для климатического исполнения Т. При этом обеспечивается целостность обмоток, отсутствуют механические повреждения, сохраняется индуктивность обмоток в пределах заданных допусков, а сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом не менее 2 МОм.

Наработка трансформаторов в рассматриваемых режимах эксплуатации и условиях применения — не менее 15 000 ч. Интенсивность отказов в течение наработки 15 000 ч равна $1 \cdot 10^{-6}$ 1/ч при доверительной вероятности 0,6.

Намоточные данные трансформаторов типа ТВС-90ПЦ10 приведены в табл. 8.6. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.22.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также каждой обмоткой и магнитопроводом — не менее 10 МОм. Трансформаторы группы III применения выдерживают воздействие пониженной температуры —10 °С.

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-90ПЦ11 применяются в полупроводниковых выходных каскадах строчной развертки телевизоров цветного изображения с масочными кинескопами типа 61ЛК3Ц, имеющими угол отклонения луча 90°. В телевизорах моделей 712, 714, 718, 722, 725, 731 и др. трансформаторы используются в комплекте с отклоняющей системой ОС-90.38ПЦ12, полупроводниковыми приборами КД411 и КУ109 и высоковольтным выпрямителем-умножителем типа УН8,5/25-1,2.

Принципиальная электрическая схема трансформатора ТВС-90ПЦ11 дана на рис. 8.23. Намоточные данные трансформатора приведены в табл. 8.8.

Изготавливают трансформаторы на стержневых П-образных магнитопроводах из ферромагнитных сплавов, конструктивные размеры которых, а также электромагнитные параметры рассмотрены во второй главе справочника. Изготавливают трансформаторы в климатических исполнениях УХЛ, В или Т, I, II или III группы применения категорий 1.1; 3 или 4.2 по ГОСТ 15150—69.

Трансформаторы II и III групп применения выдерживают воздействие вибрационных нагрузок с ускорением 5 g (49,1 м/с^2) в диапазоне частот 1...80 Гц, воздействие многократных ударных нагрузок с ускорением 15 g (147,1 м/с^2). Трансформаторы выдерживают при эксплуатации воздействие повышенной температуры следующих значений: 45 °С — для климатического исполнения УХЛ; 60 °С — для климатического исполнения Т и В. Температура перегрева обмоток трансформаторов лежит в пределах 35...45 °С. При транспортировании трансформаторов в упаковочной таре температура окружающей среды должна быть не менее 50 °С. При работе атмосферное давление должно быть не менее 70 кПа (525 мм рт. ст.).

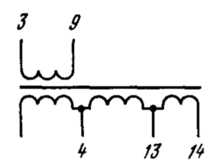


Рис. 8.22. Принципиальная электрическая схема выходных трансформаторов строчной развертки типа ТВС-90ПЦ10

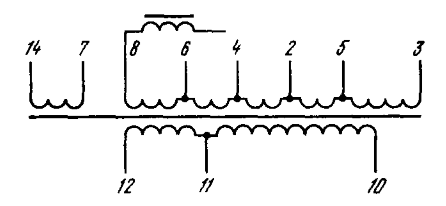


Рис. 8.23. Принципиальная электрическая схема выходных трансформаторов строчной развертки типа ТВС-90ПЦ11

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС-90ПЦ12 применяются в полупроводниковых выходных каскадах строчной развертки телевизоров цветного изображения моделей УЛПЦТ-61-11, УЛПЦТИ-61-11, УПИМЦТ-61-11, 2УСЦТ-61-2, 4УПИЦТ-61-С и др. с кинескопами типа 61ЛК3Ц, имеющими угол отклонения луча 90 °С. Трансформаторы применяются в комплекте с отклоняющей системой типа ОС-90.38ПЦ12, полупроводниковыми приборами КУ109 и КД411 и высоковольтным выпрямителем-умножителем типа УН8,5/25-1,2.

Трансформаторы изготавливают на стержневых П-образных магнитопроводах из ферромагнитных сплавов, конструкция которых и электромагнитные параметры приведены во второй главе справочника.

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов типа ТВС-90ПЦ12 показаны на рис. 8.24. Принципиальная электрическая схема трансформатора дана на рис. 8.25. Намоточные данные ТВС-90ПЦ12 приведены в табл. 8.8.

Изготавливают трансформаторы в климатических исполнениях УХЛ, В или Т. В климатических исполнениях УХЛ и В — I группы применения категории 4.2. В климатических исполнениях УХЛ и Т — III группы применения категории 1.1.

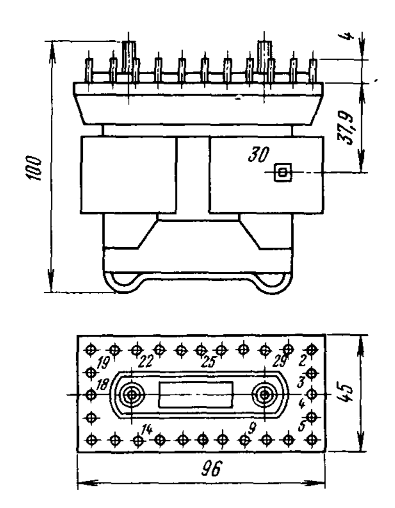


Рис. 8.24. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типа ТВС-90ПЦ12

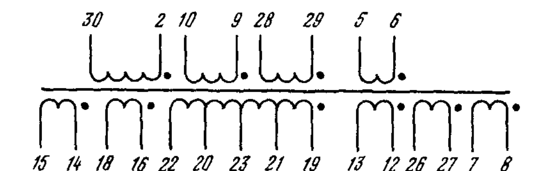


Рис. 8.25. Принципиальная электрическая схема трансформаторов строчной развертки типа ТВС-90ПЦ12

Трансформаторы выдерживают воздействие:

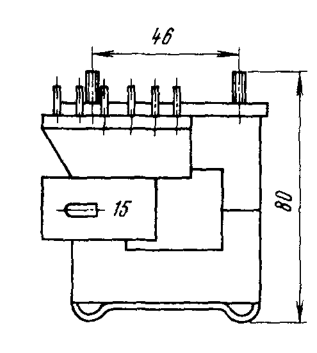
Вибрационных нагрузок с ускорением, не более	5g (49,1 м/с^2)
в диапазоне частот	1...80 Гц
Многократных ударных нагрузок с ускорением, не более	15 g (147,1 м/с^2)
длительностью удара, не более	2...5 мс
Повышенной температуры:	
для исполнения УХЛ, не более	55 °С
для исполнения В и Т, не более	70 °С
Температура перегрева обмоток ТВС-90ПЦ12, не более	45 °С
Пониженной температуры:	
для группы II применения	−25 °С
для группы III применения	−10 °С
при транспортировании:	
для климатического исполнения УХЛ	−50 °С
для климатического исполнения В или Т	−60 °С

Наработка трансформаторов в режимах и условиях, указанных выше, обеспечивается в течение 15 000 ч. Интенсивность отказов в течение наработки 15 000 ч равна $1{,}2 \cdot 10^{-6}$ 1/ч при доверительной достоверности 0,6.

Дополнительные электрические параметры ТВС-90ПЦ12

Напряжение питания ТВС	285 В
Частота следования импульсов	(15,6±2) кГц
Длительность обратного хода луча, с предельными отклонениями	(12±1,5) мкс
Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя, не более	27,5 кВ
Ток нагрузки высоковольтного выпрямителя, не более	1200 мкА
Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки ТВС	128,5 кВ
Сопротивление изоляции между обмотками трансформатора, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом не менее	10 МОм
Минимальное значение предельного напряжения переменного тока частотой 50 Гц	100 $В_{эфф}$
Сопротивление изоляции обмоток при относительной влажности 85 % при температуре 35 °С, не менее	2 МОм

Сигнальные выходные трансформаторы ТВС для цветных телевизоров с кинескопами, имеющими угол отклонения луча 110°.



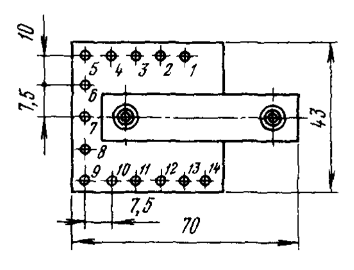


Рис. 8.26. Общий вид выходных трансформаторов строчной развертки типа ТВС-110ПЦ15, ТВС-110ПЦ16

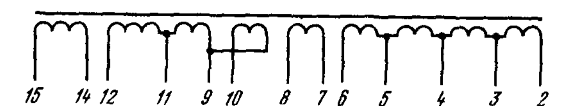


Рис. 8.27. Принципиальная электрическая схема трансформаторов строчной развертки типов ТВС-110ПЦ15, ТВС-110ПЦ16

Сигнальные выходные трансформаторы типов ТВС-110ПЦ15 и ТВС-110ПЦ16 применяются в полупроводниковых выходных каскадах строчной развертки цветного изображения с кинескопами типа 61ЛК3Ц, имеющим угол отклонения луча 110°, и кинескопами с самосведением лучей типа 51ЛК2Ц. Трансформаторы ТВС-110ПЦ15 работают в комплекте с отклоняющей системой типа ОС-90.29ПЦ17, выходным транзистором типа КТ838А, демпферным диодом типа Е83Г и высоковольтным выпрямителем-умножителем типа УН9/27-1,3. Трансформаторы ТВС-110ПЦ16 используются в комплекте с ОС-90.38ПЦ12 и такими же комплектующими ЭРЭ, как и ТВС-110ПЦ15.

Общий вид и габаритные размеры трансформаторов показаны на рис. 8.26. Принципиальная электрическая схема трансформаторов ТВС-110ПЦ15 и ТВС-110ПЦ16 дана на рис. 8.27. Намоточные данные трансформаторов приведены в табл. 8.8.

Изготавливают выходные трансформаторы на стержневых П-образных магнитопроводах из ферромагнитного сплава, конструкция и электромагнитные параметры которых рассмотрены во второй главе справочника. Устойчивая эксплуатация трансформаторов обеспечивается климатическими исполнениями: УХЛ, В или Т; категориями 4.2; 3 или 1.1 по ГОСТ 15150—69 и группами применения. Трансформаторы I группы применения в климатическом исполнении УХЛ изготавливают двух видов: с обычной и повышенной влагоустойчивостью.

Трансформаторы ТВС-110ПЦ15 и ТВС-110ПЦ16 работают в условиях воздействия различных климатических, биологических и механических факторов.

Технические характеристики и электрические параметры трансформаторов ТВС-110ПЦ15 и ТВС-110ПЦ16

Напряжение питания ТВС . . . . (135±15) В
Частота следования импульсов . . . . . (16,6±1,6) кГц
Длительность обратного хода луча . . (12±1,5) мкс
Напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя, не более . . . . 26,5 кВ
Ток нагрузки высоковольтного выпрямителя, не более . . . . 1100 мкА
Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки ТВС . . . . . . 8,5 кВ
Допустимое отклонение сопротивления обмоток постоянному току, указанные в табл. 8.8 . . . . ±15 %
Предельное испытательное напряжение, не менее . . . . 100 $В_{эфф}$
Сопротивление изоляции между обмотками, а также между каждой обмоткой и магнитопроводом, не менее . . . . 10 МОм
Сопротивление изоляции обмоток при повышенной относительной влажности (85±5) % при температуре 35 °С, не менее . . . . 1 МОм
Наработка трансформаторов в нормальных условиях эксплуатации, не менее . . . . 15 000 ч
Интенсивность отказов в течение наработки 15 000 ч при доверительной вероятности 0,6, не менее . . . . $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ 1/ч
95 %-ный срок сохраняемости в условиях, установленных ГОСТ 21493—76, не менее . . . . 5 лет

Глава девятая

ТРАНСФОРМАТОРЫ УНИФИЦИРОВАННЫЕ НА ЧАСТОТУ 50 Гц

9.1. Трансформаторы питания анодные

Анодные трансформаторы питания мощностью 12...510 В·А на напряжение сети 127 и 220 В с выходным напряжением 28...1260 В на токи нагрузки 25...1000 мА предназначены для питания цепей РЭА, изготавливаемой на электровакуумных и полупроводниковых приборах.

Изготавливают трансформаторы на стержневых и броневых магнитопроводах унифицированной конструкции, основные конструктивные размеры и электромагнитные параметры которых рассмотрены во второй главе справочника.

Общий вид, габаритные и установочные размеры анодных трансформаторов на частоту 50 Гц показаны на рис. 3.4—3.6. Конструктивные размеры анодных трансформаторов питания приведены в табл. 9.1.

Электрические принципиальные схемы трансформаторов броневой и стержневой конструкции даны на рис. 9.1.

Основные технические характеристики анодных трансформаторов на частоту 50 Гц в режиме номинальной нагрузки и холостого хода приведены в табл. 9.2 и 9.3.

Низковольтные трансформаторы питания изготавливают в зависимости от их расположения на шасси РЭА двух конструкций: стержневой — при горизонтальном расположении и броневой — при вертикальном расположении.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и корпусом трансформатора в нормальных условиях не менее 1000 МОм. Сопротивление изоляции между первичными обмотками 1 и 1′ не устанавлива-

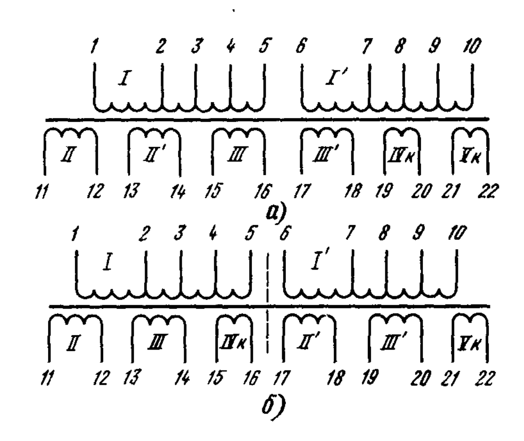


Рис. 9.1. Принципиальная электрическая схема унифицированных трансформаторов типа ТА броневой (*а*) и стержневой (*б*) конструкций

Таблица 9.1. **Конструктивные размеры анодных унифицированных трансформаторов на частоту 50 Гц**

Обозначение магнитопровода	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	A_2, мм	B, мм	H, мм	L, мм	d, мм	h, мм	Масса, г, не более
ШЛ16×20	3.4	35	46	—	65	72	68	М4	8,5	750
ШЛ16×25		40			70					850
ШЛ16×32		46			77					1000

Окончание табл. 9.1

Обозначение магнитопровода	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	A_2, мм	B, мм	H, мм	L, мм	d, мм	h, мм	Масса, г, не более
ШЛ20×20	3.5	40	58	—	73	88	82	5,5	—	1200
ШЛ20×25		46			78					1450
ШЛ20×32		50			85					1700
ШЛ20×40		60			93					2100
ПЛ16×32-65	3.6	85	50	68	70	91	111	5,5	8	2100
ПЛ16×32-80		100					126			2450
ПЛ20×40-50	3.6	74	60	85	85	113	105	6,5	9	2950
ПЛ20×40-60		84					115			3400
ПЛ20×40-80		104	60	85	85	113	135	6,5	—	3900
ПЛ20×40-100		124					155			4750
ПЛ25×50-65	3.6	99					130			5250
ПЛ25×50-80		114	75	110	103	139	145	6,5	9	6300
ПЛ25×50-100		134					165			7300

Т а б л и ц а 9.2. **Электрические параметры однофазных унифицированных анодных трансформаторов на частоту 50 Гц в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А		
		II, II′	III, III′	IVк	Vк	II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА1-127/220-50	0,16/0,09	28	28	6	6	0,148	0,108	0,148
ТА2-127/220-50		28	28	6	6	0,056	0,176	0,176
ТА5-127/220-50		125	112	14	14	0,03	0,03	0,03
ТА7-127/220-50		180	112	20	20	0,023	0,026	0,026
ТА11-127/220-50	0,28/0,16	28	28	6	6	0,26	0,21	0,26
ТА12-127/220-50		28	28	6	6	0,075	0,32	0,32
ТА13-127/220-50		56	56	12	12	0,104	0,104	0,104
ТА14-127/220-50		56	40	12	10	0,15	0,075	0,15
ТА15-127/220-50		56	40	12	10	0,1	0,145	0,145
ТА16-127/220-50		80	56	20	12	0,095	0,07	0,095
ТА17-127/220-50		80	80	20	20	0,075	0,07	0,075
ТА18-127/220-50		80	56	20	12	0,075	0,1	0,1
ТА19-127/220-50		125	112	14	14	0,055	0,048	0,055
ТА20-127/220-50		125	112	14	14	0,03	0,075	0,075
ТА21-127/220-50		180	112	20	20	0,055	0,025	0,055
ТА22-127/220-50		180	112	20	20	0,036	0,05	0,05
ТА23-127/220-50		160	140	20	20	0,04	0,04	0,04
ТА24-127/220-50		224	125	25	25	0,032	0,04	0,04
ТА25-127/220-50		200	180	20	20	0,032	0,032	0,032
ТА26-127/220-50		250	224	25	25	0,026	0,026	0,026
ТА27-127/220-50		315	125	35	35	0,022	0,035	0,035
ТА28-127/220-50	0,35/0,2	28	28	6	6	0,033	0,24	0,33
ТА29-127/220-50		28	28	6	6	0,17	0,39	0,39
ТА30-127/220-50		28	28	6	6	0,08	0,16	0,46
ТА31-127/220-50		56	56	12	12	0,14	0,15	0,15
ТА32-127/220-50		56	56	12	12	0,08	0,2	0,2
ТА33-127/220-50		56	40	12	10	0,2	0,12	0,2
ТА34-127/220-50		56	40	12	10	0,14	0,2	0,2
ТА35-127/220-50		56	40	12	10	0,092	0,252	0,252

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А		
		II, II′	III, III′	IVк	Vк	II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА36-127/220-50	0,35/0,2	80	56	20	12	0,135	0,094	0,135
ТА37-127/220-50		80	56	20	12	0,09	0,15	0,15
ТА38-127/220-50		80	80	20	20	0,12	0,075	0,12
ТА39-127/220-50		125	112	14	14	0,105	0,032	0,105
ТА40-127/220-50		125	112	14	14	0,079	0,063	0,079
ТА41-127/220-50		125	112	14	14	0,043	0,1	0,1
ТА42-127/220-50		180	112	20	20	0,076	0,025	0,076
ТА43-127/220-50		180	112	20	20	0,056	0,06	0,06
ТА44-127/220-50		180	112	20	20	0,036	0,088	0,088
ТА45-127/220-50		160	140	20	20	0,079	0,031	0,079
ТА46-127/220-50		160	140	20	20	0,053	0,059	0,059
ТА47-127/220-50		160	140	20	20	0,034	0,078	0,078
ТА48-127/220-50		224	125	25	25	0,057	0,03	0,057
ТА49-127/220-50		224	125	25	25	0,042	0,057	0,057
ТА50-127/220-50		200	180	20	20	0,043	0,047	0,047
ТА51-127/220-50		250	224	25	25	0,035	0,037	0,037
ТА52-127/220-50		315	125	35	35	0,035	0,044	0,044
ТА53-127/220-50		315	280	35	35	0,028	0,029	0,029
ТА54-127/220-50		355	200	40	40	0,029	0,032	0,032
ТА55-127/220-50	0,4/0,22	28	28	6	6	0,35	0,29	0,35
ТА56-127/220-50		28	28	6	6	0,2	0,43	0,43
ТА57-127/220-50		28	28	6	6	0,09	0,53	0,53
ТА58-127/220-50		56	56	12	12	0,17	0,15	0,17
ТА59-127/220-50		56	56	12	12	0,085	0,225	0,225
ТА60-127/220-50		56	40	12	10	0,25	0,09	0,25
ТА61-127/220-50		56	40	12	10	0,17	0,21	0,21
ТА62-127/220-50		56	40	12	10	0,094	0,34	0,34
ТА63-127/220-50		80	80	20	20	0,12	0,1	0,12
ТА64-127/220-50		80	80	20	20	0,07	0,154	0,154
ТА65-127/220-50		80	56	20	12	0,164	0,08	0,164
ТА66-127/220-50		80	56	20	12	0,11	0,168	0,168
ТА67-127/220-50		125	112	14	14	0,124	0,029	0,124
ТА68-127/220-50		125	112	14	14	0,09	0,07	0,09
ТА69-127/220-50		125	112	14	14	0,04	0,121	0,121
ТА70-127/220-50		180	112	20	20	0,085	0,026	0,085
ТА71-127/220-50		180	112	20	20	0,065	0,065	0,065
ТА72-127/220-50		180	112	20	20	0,033	0,115	0,115
ТА73-127/220-50		160	140	20	20	0,09	0,03	0,09
ТА74-127/220-50		160	140	20	20	0,068	0,064	0,068
ТА75-127/220-50		160	140	20	20	0,03	0,095	0,095
ТА76-127/220-50		224	125	25	25	0,069	0,025	0,069
ТА77-127/220-50		224	125	25	25	0,045	0,07	0,07
ТА78-127/220-50		224	125	25	25	0,029	0,09	0,09
ТА79-127/220-50		200	180	20	20	0,07	0,027	0,07
ТА80-127/220-50		200	180	20	20	0,05	0,05	0,05
ТА81-127/220-50		200	180	20	20	0,028	0,07	0,07
ТА82-127/220-50		250	224	25	25	0,04	0,04	0,04
ТА83-127/220-50		250	224	25	25	0,02	0,06	0,06
ТА84-127/220-50		315	125	35	35	0,042	0,04	0,042
ТА85-127/220-50		315	125	35	35	0,0225	0,073	0,073
ТА86-127/220-50		315	280	35	35	0,032	0,032	0,032
ТА87-127/220-50		355	200	40	40	0,029	0,043	0,043
ТА88-127/220-50	0,5/0,29	28	28	6	6	0,48	0,38	0,48
ТА89-127/220-50		28	28	6	6	0,2	0,64	0,64
ТА90-127/220-50		56	56	12	12	0,23	0,2	0,23
ТА91-127/220-50		56	56	12	12	0,09	0,325	0,325
ТА92-127/220-50		56	40	12	10	0,34	0,109	0,34
ТА93-127/220-50		56	40	12	10	0,228	0,278	0,278
ТА94-127/220-50		56	40	12	10	0,08	0,44	0,44

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А		
		II, II′	III, III′	IVк	Vк	II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА95-127/220-50		80	80	20	20	0,16	0,14	0,16
ТА96-127/220-50		80	80	20	20	0,075	0,21	0,21
ТА97-127/220-50		80	56	20	12	0,22	0,103	0,22
ТА98-127/220-50	0,5/0,29	80	56	20	12	0,14	0,22	0,22
ТА99-127/220-50		80	56	20	12	0,06	0,31	0,31
ТА100-127/220-50		125	112	14	14	0,169	0,031	0,169
ТА101-127/220-50		125	112	14	14	0,118	0,096	0,118
ТА102-127/220-50		125	112	14	14	0,051	0,164	0,164
ТА103-127/220-50		180	112	20	20	0,118	0,03	0,118
ТА104-127/220-50		180	112	20	20	0,043	0,145	0,145
ТА105-127/220-50		180	112	20	20	0,088	0,083	0,088
ТА106-127/220-50		160	140	20	20	0,125	0,032	0,125
ТА107-127/220-50		160	140	20	20	0,084	0,084	0,084
ТА108-127/220-50		160	140	20	20	0,034	0,131	0,131
ТА109-127/220-50		224	125	25	25	0,093	0,031	0,093
ТА110-127/220-50		224	125	25	25	0,062	0,084	0,084
ТА111-127/220-50		224	125	25	25	0,027	0,14	0,14
ТА112-127/220-50		200	180	20	20	0,099	0,0285	0,099
ТА113-127/220-50		200	180	20	20	0,069	0,069	0,069
ТА114-127/220-50		200	180	20	20	0,031	0,105	0,105
ТА115-127/220-50		250	224	25	25	0,08	0,024	0,08
ТА116-127/220-50		250	224	25	25	0,054	0,054	0,054
ТА117-127/220-50		250	224	25	25	0,026	0,08	0,08
ТА118-127/220-50		315	125	35	35	0,063	0,035	0,065
ТА119-127/220-50		315	125	35	35	0,04	0,09	0,09
ТА120-127/220-50		315	280	35	35	0,0435	0,0435	0,0435
ТА121-127/220-50		355	200	20	20	0,054	0,0275	0,054
ТА122-127/220-50		355	200	40	40	0,034	0,061	0,061
ТА123-127/220-50		28	28	6	6	0,6	0,48	0,6
ТА124-127/220-50		28	28	6	6	0,25	0,8	0,8
ТА125-127/220-50		28	28	6	6	0,1	0,92	0,92
ТА126-127/220-50		56	56	12	12	0,3	0,25	0,3
ТА127-127/220-50		56	56	12	12	0,12	0,4	0,4
ТА128-127/220-50		56	40	12	10	0,425	0,14	0,425
ТА129-127/220-50		56	40	12	10	0,3	0,34	0,34
ТА130-127/220-50		56	40	12	10	0,13	0,61	0,61
ТА131-127/220-50		80	80	20	20	0,2	0,18	0,2
ТА132-127/220-50		80	80	20	20	0,1	0,26	0,26
ТА133-127/220-50		80	56	20	12	0,31	0,12	0,31
ТА134-127/220-50		80	56	20	12	0,2	0,25	0,25
ТА135-127/220-50	0,625/0,35	80	56	20	12	0,12	0,34	0,34
ТА136-127/220-50						0,2	0,05	0,2
ТА137-127/220-50		125	112	14	14	0,15	0,12	0,15
ТА138-127/220-50						0,07	0,2	0,2
ТА139-127/220-50						0,15	0,04	0,15
ТА140-127/220-50		180	112	20	20	0,1	0,12	0,12
ТА141-127/220-50						0,055	0,18	0,18
ТА142-127/220-50		160	140			0,16	0,036	0,16
ТА143-127/220-50						0,11	0,1	0,11
ТА144-127/220-50		160	140	20	20	0,05	0,16	0,16
ТА145-127/220-50						0,115	0,04	0,115
ТА146-127/220-50		224	125	25	25	0,08	0,11	0,11
ТА147-127/220-50						0,04	0,165	0,165

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А		
		II, II′	III, III′	IVк	Vк	II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА148-127/220-50						0,13	0,031	0,13
ТА149-127/220-50		200	180	20	20	0,08	0,09	0,09
ТА150-127/220-50						0,035	0,135	0,135
ТА151-127/220-50						0,1	0,029	0,1
ТА152-127/220-50		250	224	25	25	0,065	0,07	0,07
ТА153-127/220-50	0,625/0,35					0,026	0,11	0,11
ТА154-127/220-50						0,08	0,048	0,08
ТА155-127/220-50			125			0,05	0,115	0,115
ТА156-127/220-50						0,028	0,16	0,16
ТА157-127/220-50		315		35	35	0,075	0,027	0,075
ТА158-127/220-50			280			0,045	0,063	0,063
ТА159-127/220-50						0,022	0,086	0,086
ТА160-127/220-50		355	200	40	40	0,07	0,032	0,07
ТА161-127/220-50						0,025	0,105	0,105
ТА162-127/220-50		355	200	40	40	0,05	0,075	0,075
ТА163-127/220-50		28	28	6	6	0,68	0,71	0,71
ТА164-127/220-50		56	56	12	12	0,295	0,39	0,39
ТА165-127/220-50			40		10	0,32	0,49	0,49
ТА166-127/220-50		80	80	20	20	0,23	0,24	0,24
ТА167-127/220-50			56		12	0,23	0,34	0,34
ТА168-127/220-50		125	112	14	14	0,18	0,165	0,18
ТА169-127/220-50						0,032	0,31	0,31
ТА170-127/220-50		180		20	20	0,13	0,15	0,15
ТА171-127/220-50	0,77/0,45	160	140				0,14	0,14
ТА172-127/220-50		224	125	25	25	0,1	0,135	0,135
ТА173-127/220-50		200	180	20	20	0,105	0,11	0,11
ТА174-127/220-50		250	224	25	25	0,085	0,09	0,09
ТА175-127/220-50		315	125	35	35	0,065	0,14	0,14
ТА176-127/220-50			280				0,071	0,071
ТА177-127/220-50		355	200	40	40	0,06	0,09	0,09
ТА178-127/220-50	1,1/0,65	28	28	6	6	0,89	0,9	0,9
ТА179-127/220-50		56	56	12	12	0,39	0,49	0,49
ТА180-127/220-50		56	56	12	12	0,09	0,735	0,735
ТА181-127/220-50			40			0,49	0,55	0,55
ТА182-127/220-50		80	80	20	20	0,26	0,34	0,34
ТА183-127/220-50			56			0,38	0,35	0,38
ТА184-127/220-50		125		14	14	0,23	0,21	0,23
ТА185-127/220-50						0,05	0,39	0,39
			112					

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А		
		II, II′	III, III′	IVк	Vк	II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА186-127/220-50	1,1/0,65	180		20	20	0,17	0,19	0,19
ТА187-127/220-50						0,03	0,37	0,37
ТА188-127/220-50		160	140			0,17	0,175	0,175
ТА189-127/220-50						0,0321	0,31	0,31
ТА190-127/220-50		224	125	25	25	0,12	0,19	0,19
ТА191-127/220-50		200	180	20	20	0,135	0,14	0,14
ТА192-127/220-50		250	224	25	25	0,11	0,11	0,11
ТА193-127/220-50		315	125	35	35	0,08	0,185	0,185
ТА194-127/220-50			280			0,085	0,09	0,09
ТА195-127/220-50		355	200	40	40	0,075	0,12	0,12
ТА196-127/220-50	1,23/0,715	28	28	6	6	1	1	1
ТА197-127/220-50		56	56	12	12	0,47	0,615	0,615
ТА198-127/220-50		56	40	12	12	0,68	0,55	0,68
ТА199-127/220-50		80	80	20	20	0,34	0,4	0,4
ТА200-127/220-50			56	14	14	0,38	0,56	0,56
ТА201-127/220-50		125	112			0,26	0,26	0,26
ТА202-127/220-50		180		20	20	0,21	0,22	0,22
ТА203-127/220-50		160	140			0,208	0,218	0,218
ТА204-127/220-50		224	125	25	25	0,175	0,19	0,19
ТА205-127/220-50		200	180	20	20	0,163	0,175	0,175
ТА206-127/220-50		250	224	25	25	0,13	0,14	0,14
ТА207-127/220-50		315	125	35	35	0,14	0,155	0,155
ТА208-127/220-50			280			0,1	0,115	0,115
ТА209-127/220-50		355	200	40	40	0,085	0,155	0,155
ТА236-127/220-50	1,46/0,85	56	56	12	12	0,68	0,69	0,69
ТА237-127/220-50			40			0,83	0,73	0,83
ТА238-127/220-50		80	80	20	20	0,039	0,53	0,53
ТА239-127/220-50			56	14	14	0,55	0,57	0,57
ТА240-127/220-50		125	112			0,33	0,35	0,35
ТА241-127/220-50		180		20	20	0,285	0,255	0,285
ТА242-127/220-50		160	140	20	20	0,275	0,255	0,275
ТА243-127/220-50		224	125	25	25	0,23	0,22	0,23
ТА244-127/220-50		200	180	20	20	0,21	0,216	0,216
ТА245-127/220-50		250	224	25	25	0,172	0,178	0,178
ТА246-127/220-50		315	125	35	35	0,145	0,22	0,22
ТА247-127/220-50			280			0,13	0,143	0,143
ТА248-127/220-50		355	200	40	40	0,11	0,204	0,204
ТА249-127/220-50		56	56	12	12	0,84	0,85	0,85
ТА249-127/220-50						0,97	0,98	0,98

Окончание табл. 9.2

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А		
		II, II′	III, III′	IVк	Vк	II, II′	III, III′	IVк, Vк
ТА251-127/220-50	1,81/1,05	80	80	20	20	0,52	0,63	0,63
ТА252-127/220-50			56	14	14	0,75	0,6	0,75
ТА253-127/220-50		125	112			0,41	0,43	0,43
ТА254-127/220-50		180		20	20	0,34	0,33	0,34
ТА255-127/220-50		160	140				0,315	
ТА256-127/220-50		224	125	25	25	0,3	0,25	0,3
ТА257-127/220-50		200	180	20	20	0,27	0,255	0,27
ТА258-127/220-50		250	224	25	25	0,2	0,22	0,22
ТА259-127/220-50		315	125	35	35	0,21	0,24	0,24
ТА260-127/220-50		315	280	35	35	0,16	0,17	0,17
ТА261-127/220-50		355	200	40	40	0,15	0,21	0,21
ТА262-127/220-50	2,3/1,3	56	56	12	12	1,05	1,05	1,05
ТА263-127/220-50		80	80	20	20	0,72	0,72	0,72
ТА264-127/220-50			56	14	14	0,89	0,81	0,89
ТА265-127/220-50		180	112	20	20	0,4	0,4	
ТА265-127/220-50		160	140					
ТА267-127/220-50		224	125	25	25	0,36	0,335	0,36
ТА268-127/220-50		200	180	20	20	0,33	0,315	0,33
ТА269-127/220-50		250	224	25	25	0,266	0,257	0,266
ТА270-127/220-50		315	125	35	35	0,28	0,24	0,28
ТА271-127/220-50			280			0,213	0,205	0,213
ТА272-127/220-50		355	200	40	40	0,216	0,218	0,218
ТА273-127/220-50	2,68/1,54	80	80	20	20	0,86	0,855	0,86
ТА274-127/220-50			56	14	14	1	1	1
ТА275-127/220-50		224	125	25	25	0,4	0,4	0,4
ТА276-127/220-50		200	180	20	20	0,39	0,39	0,39
ТА277-127/220-50		250	224	25	25	0,315	0,31	0,315
ТА278-127/220-50		315	125	35	35	0,33	0,22	0,33
ТА279-127/220-50			280			0,21	0,235	0,26
ТА280-127/220-50		355	200	40	40	0,285	0,22	0,285
ТА281-127/220-50	3,5/2	80	80	20	20	1	1	1
ТА282-127/220-50		250	224	25	25	0,4	0,4	0,4
ТА283-127/220-50		315	125	35	35	0,385	0,355	0,385
ТА284-127/220-50			280			0,32	0,308	0,32
ТА285-127/220-50		355	200	40	40	0,345	0,3	0,345
ТА286-127/220-50	3,91/2,33	315	280	35	35	0,35	0,365	0,365
ТА287-127/220-50		355	200	40	40	0,37	0,39	0,39
ТА288-127/220-50	4,4/2,55	355	200	40	40	0,42	0,44	0,44

Таблица 9.3. **Основные технические характеристики унифицированных анодных трансформаторов питания на частоту 50 Гц**

Типономинал трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В					
			II	II′	III	III′	IVк	Vк
ТА1-127/220-50	15	0,11/0,065	31,8	31,8	31,3	32,3	6,85	6,85
ТА2-127/220-50		0,11/0,065	31	31	31,2	31,2	6,75	6,75
ТА5-127/220-50		0,11/0,065	140	141	127	128	15,9	15,9
ТА7-127/220-50		0,11/0,065	203	204	125	126	22,6	22,6
ТА11-127/220-50	26	0,14/0,08	32,2	32,8	32,8	33	7,1	7,1
ТА12-127/220-50			31,8	31,8	31,9	32	6,9	6,9
ТА13-127/220-50			64	64,5	65	65	14,1	14,1
ТА14-127/220-50			64,3	64,7	47	47,2	14,2	11,9
ТА15-127/220-50			64	64	46,5	46,5	13,6	11,7
ТА16-127/220-50			92	93	65,7	66	23,2	13,8
ТА17-127/220-50			91,5	91,7	93	93,4	23,4	23,4
ТА18-127/220-50			91,5	92,5	65,5	65,5	23,6	13,9
ТА19-127/220-50			144	145	131	131	16,5	16,5
ТА20-127/220-50			143	143	129	129	16,4	16,4
ТА21-127/220-50			209	210	136	137	23,6	23,6
ТА22-127/220-50			208	210	131	131	23,8	23,8
ТА23-127/220-50			184	184	163	163	23,4	23,4
ТА24-127/220-50			257	258	145	146	29,4	29,4
ТА25-127/220-50			230	231	210	210	23,2	23,2
ТА26-127/220-50			293	294	265	266	30	30
ТА27-127/220-50			363	363	146	146	41,2	41,2
ТА28-127/220-50	36	0,18/0,1	31,3	31,4	31,6	31,8	7,2	7,2
ТА29-127/220-50			31,2	31,3	31,5	31,6	7	7
ТА30-127/220-50			31,3	31,5	31,5	31,6	6,9	6,9
ТА31-127/220-50			63,2	63,5	62,3	62,6	13,6	13,6
ТА32-127/220-50			63,5	63,8	62,8	63	13,6	13,6
ТА33-127/220-50			62,7	63	45,3	45,5	13,6	11,3
ТА34-127/220-50			62,6	63	45,5	45,8	13,8	11,5
ТА35-127/220-50			62,8	63	45,5	45,8	13,8	11,5
ТА36-127/220-50			89	89,7	63	63,5	22,6	13,6
ТА37-127/220-50			89,5	90	63,3	63,5	21,4	13,6
ТА38-127/220-50			90,6	91,1	89,8	90,4	22,9	22,9
ТА39-127/220-50			141	142	125	125,4	16,1	16,1
ТА40-127/220-50			140	141	127	128	15,9	15,9
ТА41-127/220-50			142	143	126	126,5	15,9	15,9
ТА42-127/220-50			203	204	131	132	23	23
ТА43-127/220-50			202	204	128	128	22,8	23
ТА44-127/220-50			205	206	126	127	22,3	22,3
ТА45-127/220-50			181	182	160	161	23	23
ТА46-127/220-50			179	180	159	160	23	23
ТА47-127/220-50			182	182	157	158	22,6	22,6
ТА48-127/220-50			252	254	142,5	143	28,4	28,4
ТА49-127/220-50			252	254	142	143	28,4	28,4
ТА50-127/220-50			227	228	202	203	22,8	22,8
ТА51-127/220-50			281	282	255	256	28,7	28,7
ТА52-127/220-50			354	356	142	143	40	40,2
ТА53-127/220-50			354	356	318	320	40	40
ТА54-127/220-50			398	400	229	230	46	46,2
ТА55-127/220-50			31,8	32	32,2	32,4	7	7
ТА56-127/220-50			31,2	31,4	31,8	32,2	6,85	7
ТА57-127/220-50			31,3	31,5	31,6	31,9	7	7
ТА58-127/220-50			63,5	64	64	65	13,9	13,9
ТА59-127/220-50			64	64	64,5	64,9	13,9	13,9
ТА60-127/220-50			63,3	64	45,5	46	13,9	11,8
ТА61-127/220-50			63,5	64	45,5	46	13,8	11,6
ТА62-127/220-50			63	63,2	45,5	46	13,8	11,7

Типономинал трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В					
			II	II′	III	III′	IVк	Vк
ТА63-127/220-50	40	0,15/0,1	91	91	92,5	93	23,2	23,2
ТА64-127/220-50			89,5	90	91,3	92,5	23,2	23,2
ТА65-127/220-50			91	91,5	64	64,5	23,2	13,9
ТА66-127/220-50			91	92	64,5	65	23,2	13,9
ТА67-127/220-50			141	143	129	130	16,3	16,3
ТА68-127/220-50			142	143	128	129	16,4	16,4
ТА69-127/220-50			141	141	128	129	16,3	16,3
ТА70-127/220-50			204	206	128	129	23,2	23,2
ТА71-127/220-50			206	207	129	130	23,4	23,6
ТА72-127/220-50			201	202	128	129	23	23,2
ТА73-127/220-50			181	183	162	163	23,2	23,2
ТА74-127/220-50			183	186	162	163	23,6	23,7
ТА75-127/220-50			182	182	160	162	23,3	23,3
ТА76-127/220-50			255	256	145	146	29	29,3
ТА77-127/220-50			258	260	145	146	29,2	29,3
ТА78-127/220-50			254	257	145	145	29,1	29,3
ТА79-127/220-50			228	230	207	208	23,4	23,4
ТА80-127/220-50			229	230	209	210	23,4	23,4
ТА81-127/220-50			227	228	208	209	23,4	23,4
ТА82-127/220-50			285	286	258	260	29,2	29,3
ТА83-127/220-50			284	285	258	260	32,4	32,4
ТА84-127/220-50			361	363	144	145	40,2	40,3
ТА85-127/220-50			362	363	145	146	40,2	40,3
ТА86-127/220-50			362	363	324	327	40,4	40,4
ТА87-127/220-50			402	404	231	232	46,4	46,5
ТА88-127/220-50	54	0,19/0,11	31,2	31,4	31,3	31,4	6,9	6,9
ТА89-127/220-50			30,8	30,8	31,2	31,3	6,75	6,75
ТА90-127/220-50			62,5	63	62,2	62,5	13,6	13,6
ТА91-127/220-50			61,5	61,6	62,3	62,8	13,5	13,5
ТА92-127/220-50			62	62,6	45,3	45,3	13,5	11,5
ТА93-127/220-50			61,1	61,5	44,8	44,9	13,5	11,4
ТА94-127/220-50			61,8	61,9	44,5	44,8	13,5	11,4
ТА95-127/220-50			90	90,4	88	88,6	22,8	22,8
ТА96-127/220-50			88,5	88,6	88,7	89,3	22,5	22,5
ТА97-127/220-50			88,5	89	63	63,5	22.2	13,5
ТА98-127/220-50			88,3	88,7	62,5	62,8	22,5	13,4
ТА99-127/220-50			88,3	88,7	62	62,5	22,5	13,5
ТА100-127/220-50			138	139	125	125	15,7	15,7
ТА101-127/220-50			139	140	123	124	15,7	15,7
ТА102-127/220-50			138	138,3	124,7	125,2	15,7	15,7
ТА103-127/220-50			199	200	127	127	22,5	22,5
ТА104-127/220-50			200	200	125,5	126	22,1	22,1
ТА105-127/220-50			200	201	125,1	125,8	22,8	22,8
ТА106-127/220-50			177,5	179	156,5	157	22,6	22,6
ТА107-127/220-50			177	178	157	158	22,6	22,6
ТА108-127/220-50			177	178	155	156	22,5	22,6
ТА109-127/220-50			250	252	137	138	28,2	28,2
ТА110-127/220-50			248,5	250	140	140	27,8	27,8
ТА111-127/220-50			247	248	139	140	28,2	28,2
ТА112-127/220-50			224	225	199	200	22,8	22,8
ТА113-127/220-50			221	222	203	204	22,6	22,6
ТА114-127/220-50			226	227	200	201	22,6	22,6
ТА115-127/220-50			280	282	248	249	27,6	27,6
ТА116-127/220-50			277	279	251	253	28,4	28,4
ТА117-127/220-50			284	285	248	250	27,9	27,9
ТА118-127/220-50			351	353	142	142	39,7	39,7
ТА119-127/220-50			349	351	140	141	39,7	39,7
ТА120-127/220-50			351	353	315	317	39,8	39,8
ТА121-127/220-50			394	397	224	225	45,3	45,3
ТА122-127/220-50			394	395	225	226	45,3	45,3

Типономинал трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В					
			II	II′	III	III′	IVк	Vк
ТА123-127/220-50	68	0,22/0,13	30,8	31	30,6	30,8	6,75	6,75
ТА124-127/220-50			30,6	30,8	31	31	6,75	6,75
ТА125-127/220-50			30,6	30,8	30,8	31	6,75	6,75
ТА126-127/220-50			61,2	61,5	62	62	13,3	13,3
ТА127-127/220-50			61,5	61,5	62	62	13,3	13,3
ТА128-127/220-50			61,5	61,5	44	44	13,3	11,2
ТА129-127/220-50			61,2	61,5	44,3	44,5	13,5	11,2
ТА130-127/220-50			61,5	61,5	43,9	44	13,3	11,2
ТА131-127/220-50			88	88,5	87	87	22	22
ТА132-127/220-50			87	88	88	88,5	21,2	21,2
ТА133-127/220-50			88,5	89	62,6	62,6	21,2	12,9
ТА134-127/220-50			87	88	62	62	22,4	13,3
ТА135-127/220-50			87,3	87,7	62	62,5	22,2	13,5
ТА136-127/220-50			137,7	138,5	125	125	15,5	15,7
ТА137-127/220-50			138	138	124	124	15,7	15,7
ТА138-127/220-50			137	137	124	125	15,7	15,7
ТА139-127/220-50			198	199	126	126	22,4	22,4
ТА140-127/220-50			197	197,8	120	120,4	22,3	22,3
ТА141-127/220-50			197	197	124	125	22	22
ТА142-127/220-50			176	176	156	156	22	22
ТА143-127/220-50			177	177	154	155	22,4	22,4
ТА144-127/220-50			175	175	154	154	22	22
ТА145-127/220-50			245	245	138	138,5	27,5	27,5
ТА146-127/220-50			246	246	139	139	28	28
ТА147-127/220-50			246	246	137	138	27,8	27,8
ТА148-127/220-50			220	220	198	198	22,4	22,4
ТА149-127/220-50			220	221	200	200	22,4	22,4
ТА150-127/220-50			219	219	200	201	22,4	22,4
ТА151-127/220-50			276	277	248	249	27,9	27,9
ТА152-127/220-50			274	274	248	249	27,8	27,8
ТА153-127/220-50			273	274	248	250	28	28
ТА154-127/220-50			347	347	139	139	38,8	38,8
ТА155-127/220-50			345	346	139	139	39,2	39,2
ТА156-127/220-50			345	345	139	139	39	39
ТА157-127/220-50			348	350	311	313	39,2	39,2
ТА158-127/220-50			346	347	310	311	39	39
ТА159-127/220-50			353	355	311	312	39	39,2
ТА160-127/220-50			390	391	223	224	44,5	44,7
ТА161-127/220-50			390	392	222	223	44,7	44,9
ТА162-127/220-50			388	390	222	223	44,9	44,9
ТА163-127/220-50	86	0,26/0,15	30	30	30,2	30,2	6,6	6,6
ТА164-127/220-50			60,2	60,5	60,8	61	13,2	13,2
ТА165-127/220-50			60,5	60,5	43,7	43,7	13,2	11,2
ТА166-127/220-50			87	87,3	86	86,4	21,6	21,6
ТА167-127/220-50			86	86	61	61	21,8	13,2
ТА168-127/220-50			135	135	122	122	15,2	15,2
ТА169-127/220-50			135	135	121	121	15,2	15,2
ТА170-127/220-50			195	196	122	122	21,8	21,8
ТА171-127/220-50			173	174	153	154	22,1	22,1
ТА172-127/220-50			242	243	136	137	27,4	27,4
ТА173-127/220-50			216	217	197	197	22,1	22,1
ТА174-127/220-50			270	270	244	245	27,4	27,4
ТА175-127/220-50			342	343	139	139	39	39
ТА176-127/220-50			345	347	303	305	38	38
ТА177-127/220-50			384	385	218	219	43,7	43,7
ТА178-127/220-50	110	0,27/0,16	32	32	32,2	32,2	7,05	7,05
ТА179-127/220-50			63	63	63,9	63,9	13,9	13,9
ТА180-127/220-50			62,5	62,5	62,5	62,5	13,4	13,4

Типономинал трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В					
			II	II′	III	III′	IVк	Vк
ТА181-127/220-50			63,5	63,5	46,8	46,8	13,9	13,9
ТА182-127/220-50			90	90	90,1	91,4	23	23
ТА183-127/220-50			91,4	91,4	64,4	64,4	15,7	15,7
ТА184-127/220-50			141,6	141,6	126	126	16,2	16,2
ТА185-127/220-50			140	140	128	128	16,2	16,2
ТА186-127/220-50			204	204	130	130	23,2	23,2
ТА187-127/220-50	110	0,27/0,16	200	200	127	127	23,2	23,2
ТА188-127/220-50			181	181	159	159	22,5	22,5
ТА189-127/220-50			181	181	160	160	23	23
ТА190-127/220-50			255	255	141	141	28,8	28,8
ТА191-127/220-50			224	224	204	204	23	23
ТА192-127/220-50			283	283	256	256	28,7	28,7
ТА193-127/220-50			355	355	142	142	40	40
ТА194-127/220-50			349	349	317	317	39,8	39,8
ТА195-127/220-50			405	405	230	230	46	46
ТА196-127/220-50	135	0,37/0,25	31,2	31,2	31,4	31,4	6,5	6,5
ТА197-127/220-50			62,8	62,8	63,4	63,4	13,8	13,8
ТА198-127/220-50			63	63	45,2	45,2	14	14
ТА199-127/220-50			90	90	90	90	22,9	22,9
ТА200-127/220-50			90	90	64	64	16,2	16,2
ТА201-127/220-50			141	141	127,5	127,5	16,2	16,2
ТА202-127/220-50			202	202	127	127	22,9	22,9
ТА203-127/220-50			181	181	160	160	23	23
ТА204-127/220-50			253	253	140	140	28,3	28,3
ТА205-127/220-50			225	225	205	205	22,9	22,9
ТА206-127/220-50			280	280	254	254	28,8	28,8
ТА207-127/220-50			353	353	143	143	40,4	40,4
ТА208-127/220-50			355	355	319	319	40,4	40,4
ТА209-127/220-50			399	399	228	228	46	46
ТА236-127/220-50			61	61	61	61	14	14
ТА237-127/220-50			61	61	43,5	43,5	13,5	13,5
ТА238-127/220-50	170	0,37/0,22	86,5	86,5	87	87	22	22
ТА239-127/220-50			86,5	86,5	61	61	14,7	14,7
ТА240-127/220-50			135	135	122	122	14,6	14,6
ТА241-127/220-50			195	195	121	121	22	22
ТА242-127/220-50			172	172	151	151	22,2	22,2
ТА243-127/220-50			242	242	135	135	27	27
ТА244-127/220-50			215	215	195	195	22	22
ТА245-127/220-50			272	272	244	244	27,3	27,3
ТА246-127/220-50			342	342	136	136	38	38
ТА247-127/220-50			344	344	306	306	38,4	38,4
ТА248-127/220-50			390	390	217	217	43,7	43,7
ТА249-127/220-50			61	61	61,5	61,5	13,2	13,2
ТА250-127/220-50			60	60	43,5	43,5	13,2	13,2
ТА251-127/220-50			86	86	87	87	21,6	21,6
ТА252-127/220-50			87	87	60	60	14,5	14,5
ТА253-127/220-50	210	0,38/0,22	137	137	123	123	15,5	15,5
ТА254-127/220-50			197	197	124	124	22	22
ТА255-127/220-50			173	173	153	153	21,5	21,5
ТА256-127/220-50			245	245	135	135	27	27
ТА257-127/220-50			217	217	194	194	22	22
ТА258-127/220-50			270	270	246	246	27	27
ТА259-127/220-50			342	342	138	138	40	40
ТА260-127/220-50			341	341	305	305	38,4	38,4
ТА261-127/220-50			385	385	218	218	44	44
ТА262-127/220-50			60,8	60,8	61	61	13,1	13,1
ТА263-127/220-50			86	86	86,5	86,5	21,4	21,4

Окончание табл. 9.3

Типономинал трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В					
			II	II′	III	III′	IVк	Vк
ТА264-127/220-50	260	0,45/0,26	86,5	86,5	60,5	60,5	15,2	15,2
ТА265-127/220-50			195	195	122	122	22	22
ТА266-127/220-50			172	172	150	150	21,6	21,6
ТА267-127/220-50			240	240	137	137	25,5	25,5
ТА268-127/220-50			216	216	194	194	21,8	21,8
ТА269-127/220-50			268	268	243	243	27	27
ТА270-127/220-50			340	340	134	134	38	38
ТА271-127/220-50			340	340	302	302	38	38
ТА272-127/220-50			383	383	218	218	43	43
ТА273-127/220-50	310	0,41/0,24	86	86	86	86	22	22
ТА274-127/220-50			86	86	60	60	15	15
ТА275-127/220-50			242	242	135	135	27	27
ТА276-127/220-50			216	216	195	195	22	22
ТА277-127/220-50			268	268	242	242	27	27
ТА278-127/220-50			340	340	135	135	38	38
ТА279-127/220-50			334	334	300	300	38	38
ТА280-127/220-50			384	384	216	216	43,6	43,6
ТА281-127/220-50	390	0,57/0,34	85	85	85,5	85,5	21,7	21,7
ТА282-127/220-50			267	267	238	238	26,8	26,8
ТА283-127/220-50			336	336	133	133	37,5	37,5
ТА284-127/220-50			334	334	299	299	37,5	37,5
ТА285-127/220-50			378	378	214	214	43	43
ТА286-127/220-50	450	0,622/0,36	334	334	298	298	37,6	37,6
ТА287-127/220-50			370	370	212	212	42,5	42,5
ТА288-127/220-50	510	0,72/0,4	371	371	209	209	42	42

Таблица 9.4. **Предельные значения напряжений между обмотками унифицированных трансформаторов питания на частоту 50 Гц**

Место приложения напряжения	Максимальное напряжение, кВ (эфф)		
	накальные и анодно-накальные трансформаторы	анодные трансформаторы при суммарном рабочем напряженин, кВ (эфф)	
		до 0,6	до 1,2
Первичная обмотка (напряжение сети до 127 В) – корпус	1,2	1,2	1,2
Первичная обмотка (напряжение сети до 220 В) – корпус	1,4	1,4	1,4
Вторичные обмотки – корпус	2	2	3
Первичная обмотка – вторичные обмотки	2	2	3
Между вторичными обмотками	2	2	2

ется. Максимальное напряжение между обмотками и обмотками и корпусом и каждой из обмоток при испытаниях в нормальных условиях приведено в табл. 9.4.

Трансформаторы питания однофазные эксплуатируют в режимах, не превышающих указанных в табл. 9.2 и 9.3. При этом допуск на напряжение сети не превышает +5 %.

Варианты подключения трансформаторов к сети переменного тока напряжением 127 или 220 В приведены в табл. 9.5.

При пайке внешнего монтажа к лепесткам трансформатора не должно быть затекания флюса и припоя на защитное покрытие. Длительность пайки не должна быть более 5 с при мощности паяльника до 80 В·А. К одному контактному лепестку подпаивается не более двух проводов, в том числе выводов подвесных ЭРЭ. Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и нарушение изоляционного слоя покрытия около лепестка в результате пайки не допускаются. Монтажные провода перед пайкой на лепестки должны быть механически закреплены. Пайка встык и внахлест не допускается. Трансформаторы выдерживают без обрывов в обмотках и изменения тока холостого хода многократное циклическое воздействие температур —60...+85 °С.

Пределы изменения тока во вторичных обмотках анодных трансформаторов на частоту 50 Гц приведены в табл. 9.6.

Таблица 9.5. **Варианты подключения анодных унифицированных трансформаторов к сети переменного тока с частотой 50 Гц**

Напряжение сети, В	Для трансформаторов конструкций					
	броневой			стержневой		
	Варианты соединений выводов	Номера выводов, на которые подается напряжение сети	Напряжения на отводах первичной обмотки, В	Варианты соединений выводов	Номера выводов, на которые подается напряжение сети	Напряжения на отводах первичной обмотки, В
127	1–6; 4–9	1–4 (6–9)	100, 120, 134	1–9; 4–6	1–4 (9–6)	100, 120, 134
220	2–6	1–8	—	2–8	1–6	—

Таблица 9.6. **Пределы изменения тока во вторичных обмотках анодных унифицированных трансформаторов на частоту 50 Гц**

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Ток в обмотках, А	
		II, II[1]	III, III[1]
ТА1-127/220-50	ШЛ16×20	0,11...0,2	0,063...0,15
ТА2-127/220-50		0,063...0,11	0,1...0,2
ТА5-127/220-50		0,023...0,045	0,021...0,04
ТА7-127/220-50		0,021...0,026	0,021...0,028
ТА11-127/220-50	ШЛ16×25	0,162...0,325	0,11...0,255
ТА12-127/220-50		0,07...0,162	0,175...0,35
ТА13-127/220-50		0,063...0,14	0,063...0,14
ТА14-127/220-50		0,063...0,16	0,063...0,11
ТА15-127/220-50		0,075...0,13	0,11...0,2
ТА16-127/220-50		0,063...0,1	0,063...0,072
ТА17-127/220-50		0,063...0,09	0,065...0,12
ТА18-127/220-50		0,063...0,085	0,063...0,105
ТА19-127/220-50		0,039...0,076	0,03...0,066
ТА20-127/220-50		0,021...0,039	0,042...0,085
ТА21-127/220-50		0,035...0,06	0,021...0,03
ТА22-127/220-50		0,022...0,052	0,03...0,065
ТА23-127/220-50		0,025...0,054	0,024...0,056
ТА24-127/220-50		0,021...0,044	0,021...0,06
ТА25-127/220-50		0,021...0,042	0,021...0,042
ТА26-127/220-50		0,021...0,032	0,021...0,032
ТА27-127/220-50		0,021...0,027	0,021...0,04
ТА28-127/220-50	ШЛ16×32	0,223...0,41	0,14...0,315
ТА29-127/220-50		0,1...0,223	0,2...0,43
ТА30-127/220-50		0,063...0,1	0,32...0,47
ТА31-127/220-50		0,085...0,18	0,075...0,175
ТА32-127/220-50		0,063...0,085	0,115...0,2
ТА33-127/220-50		0,115...0,22	0,063...0,13
ТА34-127/220-50		0,1...0,17	0,13...0,23
ТА35-127/220-50		0,063...0,1	0,155...0,28
ТА36-127/220-50		0,085...0,135	0,063...0,095
ТА37-127/220-50		0,063...0,118	0,095...0,185
ТА38-127/220-50		0,063...0,115	0,063...0,11
ТА39-127/220-50		0,07...0,112	0,021...0,036
ТА40-127/220-50		0,051...0,096	0,036...0,08
ТА41-127/220-50		0,023...0,051	0,054...0,112
ТА42-127/220-50		0,048...0,08	0,021...0,033
ТА43-127/220-50		0,035...0,068	0,033...0,074
ТА44-127/220-50		0,021...0,036	0,05...0,09
ТА45-127/220-50		0,05...0,078	0,021...0,03
ТА46-127/220-50		0,036...0,068	0,03...0,068
ТА47-127/220-50		0,021...0,036	0,046...0,086
ТА48-127/220-50		0,035...0,058	0,021...0,032

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Ток в обмотках, А	
		II, II[1]	III, III[1]
ТА49-127/220-50	ШЛ16×32	0,027...0,05	0,032...0,072
ТА50-127/220-50		0,026...0,058	0,022...0,058
ТА51-127/220-50		0,021...0,046	0,021...0,046
ТА52-127/220-50		0,021...0,036	0,022...0,06
ТА53-127/220-50		0,021...0,034	0,021...0,036
ТА54-127/220-50		0,021...0,03	0,021...0,04
ТА55-127/220-50	ШЛ20×20	0,29...0,525	0,19...0,415
ТА56-127/220-50		0,145...0,29	0,255...0,55
ТА57-127/220-50		0,07...0,145	0,39...0,625
ТА58-127/220-50		0,125...0,24	0,1...0,22
ТА59-127/220-50		0,063...0,125	0,063...0,285
ТА60-127/220-50		0,16...0,29	0,063...0,14
ТА61-127/220-50		0,13...0,24	0,14...0,305
ТА62-127/220-50		0,063...0,13	0,185...0,4
ТА63-127/220-50		0,095...0,17	0,063...0,14
ТА64-127/220-50		0,063...0,095	0,08...0,18
ТА65-127/220-50		0,105...0,18	0,063...0,105
ТА66-127/220-50		0,08...0,15	0,11...0,24
ТА67-127/220-50		0,084...0,152	0,021...0,047
ТА68-127/220-50		0,067...0,125	0,047...0,104
ТА69-127/220-50		0,03...0,067	0,066...0,142
ТА70-127/220-50		0,06...0,106	0,021...0,043
ТА71-127/220-50		0,048...0,09	0,042...0,096
ТА72-127/220-50		0,021...0,048	0,058...0,13
ТА73-127/220-50		0,06...0,108	0,021...0,04
ТА74-127/220-50		0,049...0,09	0,04...0,088
ТА75-127/220-50		0,021...0,049	0,054...0,12
ТА76-127/220-50		0,049...0,084	0,021...0,036
ТА77-127/220-50		0,038...0,073	0,036...0,092
ТА78-127/220-50		0,021...0,038	0,052...0,12
ТА79-127/220-50		0,05...0,082	0,021...0,031
ТА80-127/220-50		0,038...0,073	0,031...0,07
ТА81-127/220-50		0,021...0,038	0,044...0,09
ТА82-127/220-50		0,03...0,06	0,027...0,06
ТА83-127/220-50		0,021...0,03	0,036...0,07
ТА84-127/220-50		0,022...0,05	0,021...0,055
ТА85-127/220-50		0,021...0,036	0,055...0,098
ТА86-127/220-50		0,021...0,046	0,021...0,05
ТА87-127/220-50		0,021...0,04	0,025...0,065
ТА88-127/220-50	ШЛ20×25	0,3...0,65	0,21...0,55
ТА89-127/220-50		0,1...0,3	0,405...0,75
ТА90-127/220-50		0,14...0,32	0,11...0,29
ТА91-127/220-50		0,063...0,14	0,2...0,375
ТА92-127/220-50		0,225...0,38	0,063...0,15
ТА93-127/220-50		0,145...0,31	0,15...0,4
ТА94-127/220-50		0,063...0,145	0,28...0,52
ТА95-127/220-50		0,095...0,21	0,075...0,2
ТА96-127/220-50		0,063...0,095	0,14...0,23
ТА97-127/220-50		0,15...0,235	0,063...0,12
ТА98-127/220-50		0,09...0,2	0,12...0,305
ТА99-127/220-50		0,063...0,09	0,22...0,36
ТА100-127/220-50		0,117...0,196	0,021...0,054
ТА101-127/220-50		0,075...0,162	0,054...0,142
ТА102-127/220-50		0,028...0,075	0,097...0,188
ТА103-127/220-50		0,083...0,14	0,022...0,051
ТА104-127/220-50		0,021...0,063	0,076...0,166
ТА105-127/220-50		0,053...0,114	0,051...0,116
ТА106-127/220-50		0,086...0,14	0,021...0,046

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Ток в обмотках, А	
		II, II[1]	III, III[1]
ТА107-127/220-50	ШЛ20×25	0,053...0,118	0,046...0,122
ТА108-127/220-50		0,021...0,053	0,084...0,158
ТА109-127/220-50		0,066...0,104	0,021...0,046
ТА110-127/220-50		0,04...0,087	0,046...0,124
ТА111-127/220-50		0,021...0,04	0,052...0,154
ТА112-127/220-50		0,068...0,112	0,021...0,038
ТА113-127/220-50		0,042...0,096	0,038...0,098
ТА114-127/220-50		0,021...0,043	0,064...0,122
ТА115-127/220-50		0,06...0,088	0,021...0,03
ТА116-127/220-50		0,032...0,078	0,03...0,08
ТА117-127/220-50		0,021...0,032	0,06...0,092
ТА118-127/220-50		0,038...0,064	0,021...0,049
ТА119-127/220-50		0,024...0,063	0,049...0,127
ТА120-127/220-50		0,025...0,058	0,03...0,062
ТА121-127/220-50		0,036...0,058	0,021...0,035
ТА122-127/220-50		0,021...0,05	0,035...0,09
ТА123-127/220-50	ШЛ20×32	0,38...0,845	0,255...0,715
ТА124-127/220-50		0,14...0,38	0,48...0,97
ТА125-127/220-50		0,07...0,14	0,715...1
ТА126-127/220-50		0,18...0,4	0,14...0,38
ТА127-127/220-50		0,07...0,18	0,26...0,48
ТА128-127/220-50		0,28...0,49	0,07...0,215
ТА129-127/220-50		0,19...0,4	0,215...0,52
ТА130-127/220-50		0,07...0,19	0,33...0,7
ТА131-127/220-50		0,125...0,275	0,1...0,255
ТА132-127/220-50		0,063...0,125	0,165...0,318
ТА133-127/220-50		0,18...0,325	0,063...0,15
ТА134-127/220-50		0,125...0,27	0,15...0,41
ТА135-127/220-50		0,063...0,125	0,25...0,53
ТА136-127/220-50		0,15...0,244	0,025...0,067
ТА137-127/220-50		0,095...0,2	0,067...0,174
ТА138-127/220-50		0,036...0,08	0,124...0,234
ТА139-127/220-50		0,106...0,175	0,022...0,06
ТА140-127/220-50		0,068...0,146	0,061...0,158
ТА141-127/220-50		0,021...0,068	0,11...0,218
ТА142-127/220-50		0,108...0,18	0,022...0,058
ТА143-127/220-50		0,068...0,146	0,061...0,158
ТА144-127/220-50		0,021...0,068	0,11...0,218
ТА145-127/220-50		0,08...0,134	0,021...0,06
ТА146-127/220-50		0,051...0,11	0,06...0,154
ТА147-127/220-50		0,021...0,051	0,104...0,202
ТА148-127/220-50		0,09...0,144	0,021...0,045
ТА149-127/220-50		0,054...0,12	0,045...0,118
ТА150-127/220-50		0,021...0,054	0,086...0,156
ТА151-127/220-50		0,068...0,116	0,021...0,047
ТА152-127/220-50		0,036...0,096	0,042...0,11
ТА153-127/220-50		0,021...0,034	0,08...0,124
ТА154-127/220-50		0,05...0,082	0,021...0,058
ТА155-127/220-50		0,032...0,066	0,058...0,154
ТА156-127/220-50		0,021...0,032	0,106...0,185
ТА157-127/220-50		0,054...0,082	0,021...0,03
ТА158-127/220-50		0,03...0,074	0,03...0,082
ТА159-127/220-50		0,021...0,03	0,068...0,095
ТА160-127/220-50		0,044...0,075	0,021...0,04
ТА161-127/220-50		0,021...0,03	0,07...0,125
ТА162-127/220-50		0,03...0,065	0,04...0,11
ТА163-127/220-50		0,14...1	0,38...1
ТА164-127/220-50		0,09...0,5	0,18...0,6
ТА165-127/220-50		0,07...0,61	0,07...0,92

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Ток в обмотках, А	
		II, II[1]	III, III[1]
ТА166-127/220-50	ШЛ20×40	0,063...0,37	0,095...0,415
ТА167-127/220-50		0,063...0,415	0,063...0,66
ТА168-127/220-50		0,047...0,312	0,031...0,3
ТА169-127/220-50		0,021...0,047	0,224...0,325
ТА170-127/220-50		0,033...0,22	0,035...0,268
ТА171-127/220-50		0,021...0,228	0,027...0,266
ТА172-127/220-50		0,021...0,172	0,021...0,27
ТА173-127/220-50		0,021...0,186	0,021...0,196
ТА174-127/220-50		0,022...0,15	0,021...0,16
ТА175-127/220-50		0,021...0,106	0,021...0,256
ТА176-127/220-50		0,021...0,114	0,021...0,128
ТА177-127/220-50		0,021...0,1	0,021...0,17
ТА178-127/220-50	ПЛ16×32-65	0,38...1	0,5...1
ТА179-127/220-50		0,12...0,66	0,21...0,77
ТА180-127/220-50		0,063...0,12	0,57...0,825
ТА181-127/220-50		0,11...0,77	0,12...1
ТА182-127/220-50		0,075...0,445	0,15...0,54
ТА183-127/220-50		0,075...0,53	0,08...0,83
ТА184-127/220-50		0,058...0,398	0,042...0,385
ТА185-127/220-50		0,021...0,058	0,288...0,4
ТА186-127/220-50		0,042...0,288	0,038...0,342
ТА187-127/220-50		0,021...0,042	0,254...0,39
ТА188-127/220-50		0,044...0,294	0,034...0,322
ТА189-127/220-50		0,021...0,044	0,238...0,35
ТА190-127/220-50		0,021...0,22	0,022...0,356
ТА191-127/220-50		0,027...0,247	0,021...0,258
ТА192-127/220-50		0,027...0,196	0,021...0,204
ТА193-127/220-50		0,021...0,138	0,021...0,344
ТА194-127/220-50		0,021...0,148	0,021...0,168
ТА195-127/220-50		0,021...0,13	0,021...0,23
ТА196-127/220-50	ПЛ16×32-80	0,755...1,1	0,79...1,1
ТА197-127/220-50		0,085...0,85	0,24...0,99
ТА198-127/220-50		0,315...0,98	0,068...1
ТА199-127/220-50		0,08...0,59	0,15...0,67
ТА200-127/220-50		0,063...0,66	0,18...1
ТА201-127/220-50		0,123...0,4	0,124...0,4
ТА202-127/220-50		0,036...0,358	0,032...0,4
ТА203-127/220-50		0,036...0,366	0,032...0,4
ТА204-127/220-50		0,021...0,27	0,032...0,4
ТА205-127/220-50		0,024...0,3	0,021...0,324
ТА206-127/220-50		0,026...0,246	0,021...0,264
ТА207-127/220-50		0,021...0,168	0,032...0,4
ТА208-127/220-50		0,021...0,186	0,021...0,212
ТА209-127/220-50		0,021...0,16	0,023...0,29
ТА236-127/220-50	ПЛ20×40-50	0,31...1	0,31...1
ТА237-127/220-50		0,42...1	0,31...1
ТА238-127/220-50		0,08...0,71	0,205...0,85
ТА239-127/220-50		0,26...0,81	0,09...1
ТА240-127/220-50		0,155...0,4	0,155...0,4
ТА241-127/220-50		0,126...0,4	0,038...0,4
ТА242-127/220-50		0,124...0,4	0,038...0,4
ТА243-127/220-50		0,108...0,347	0,038...0,4
ТА244-127/220-50		0,035...0,378	0,032...0,4
ТА245-127/220-50		0,031...0,316	0,025...0,328
ТА246-127/220-50		0,067...0,21	0,038...0,4
ТА247-127/220-50		0,025...0,234	0,021...0,266
ТА248-127/220-50		0,021...0,203	0,03...0,38

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Ток в обмотках, А	
		II, II^1	III, III^1
ТА249-127/220-50		0,36...1	0,34...1
ТА250-127/220-50	ПЛ20×40-60	0,685...1	0,4...1
ТА251-127/220-50		0,098...0,88	0,27...1
ТА252-127/220-50		0,31...1	0,09...1
ТА253-127/220-50		0,28...0,418	0,28...0,44
ТА254-127/220-50		0,17...0,4	0,124...0,4
ТА255-127/220-50		0,154...0,4	0,124...0,4
ТА256-127/220-50		0,122...0,4	0,038...0,4
ТА257-127/220-50		0,124...0,4	0,038...0,4
ТА258-127/220-50		0,038...0,382	0,03...0,4
ТА259-127/220-50		0,084...0,264	0,038...0,4
ТА260-127/220-50		0,03...0,298	0,024...0,345
ТА261-127/220-50		0,021...0,245	0,035...0,4
ТА262-127/220-50		0,68...1,04	0,68...1,04
ТА263-127/220-50		0,31...1	0,31...1
ТА264-127/220-50		0,48...1	0,31...1
ТА265-127/220-50		0,285...0,416	0,252...0,416
ТА266-127/220-50		0,272...0,406	0,252...0,406
ТА267-127/220-50	ПЛ20×40-80	0,21...0,4	0,125...0,4
ТА268-127/220-50		0,14...0,4	0,124...0,4
ТА269-127/220-50		0,124...0,4	0,04...0,4
ТА270-127/220-50		0,135...0,326	0,038...0,4
ТА271-127/220-50		0,038...0,36	0,03...0,4
ТА272-127/220-50		0,1...0,31	0,038...0,4
ТА273-127/220-50		0,445...1	0,43...1
ТА274-127/220-50		0,77...1,03	0,62...1,03
ТА275-127/220-50	ПЛ20×40-100	0,32...0,415	0,26...0,415
ТА276-127/220-50		0,26...0,4	0,245...0,4
ТА277-127/220-50		0,146...0,4	0,124...0,4
ТА278-127/220-50		0,2...0,394	0,038...0,4
ТА279-127/220-50		0,124...0,4	0,038...0,4
ТА280-127/220-50		0,125...0,38	0,038...0,4
ТА281-127/220-50		0,725...1,08	0,71...1,08
ТА282-127/220-50		0,23...0,4	0,22...0,4
ТА283-127/220-50	ПЛ25×50-65	0,266...0,4	0,124...0,4
ТА284-127/220-50		0,124...0,4	0,125...0,4
ТА285-127/220-50		0,187...0,4	0,124...0,4
ТА286-127/220-50		0,244...0,4	0,212...0,4
ТА287-127/220-50		0,29...0,4	0,195...0,4
ТА288-127/220-50		0,36...0,43	0,33...0,45

Условия эксплуатации унифицированных анодных, накальных и анодно-накальных трансформаторов

Температура окружающей среды . . . . . −60...+85 °С

Повышенная температура:

- рабочая . . . . 85 °С
- предельная с учетом перегрева обмоток . . . . 100 °С
- перегрева обмоток . . . . 55 °С

Пониженная температура:

- рабочая . . . . −45 °С
- предельная . . . . −60 °С
- транспортирования . . . . −60 °С

Смена температур (циклическое многократное воздействие) . . . . −60...85 °С

Относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, не более . . . . 98 %

Пониженное атмосферное давление воздуха, не ниже . . . . 53,3 кПа (400 мм рт. ст.)

Повышенное давление воздуха . . . . 107 кПа (800 мм рт. ст.)

Вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5...1000 Гц с ускорением, не более . . . . 7,5 g (74 м/с^2)

Многократные удары с ускорением, не более . . . . 150 g (1472 м/с^2)

Одиночные удары с ускорением . . . . . . 500 g (4905 м/с^2)

Линейные нагрузки с ускорением . . . . . 25 g (245 м/с^2)

9.2. Трансформаторы питания накальные

Однофазные унифицированные накальные трансформаторы питания на частоту 50 Гц мощностью от 8,7 до 200 В·А на напряжение сети 127 и 220 В с напряжением вторичных обмоток 6,3 В (отвод 5 В) на токи нагрузки 0,15...10 А предназначены для питания цепей РЭА, в которой применяются электровакуумные и полупроводниковые приборы.

Изготавливают накальные трансформаторы на броневых магнитопроводах унифицированной конструкции, основные конструктивные размеры и электромагнитные параметры которых рассмотрены во второй главе справочника.

Общий вид, габаритные и установочные размеры накальных трансформаторов на частоту 50 Гц показаны на рис. 3.4 и 3.5. Конструктивные размеры трансформаторов приведены в табл. 9.7.

Основные технические характеристики накальных трансформаторов броневой конструкции приведены в табл. 9.8 и 9.9 (режимы номинальной нагрузки и холостого хода). Электрические принципиальные схемы трансформаторов даны на рис. 9.2.

Варианты подключения трансформаторов к сети переменного тока с частотой 50 Гц приведены в табл. 9.10.

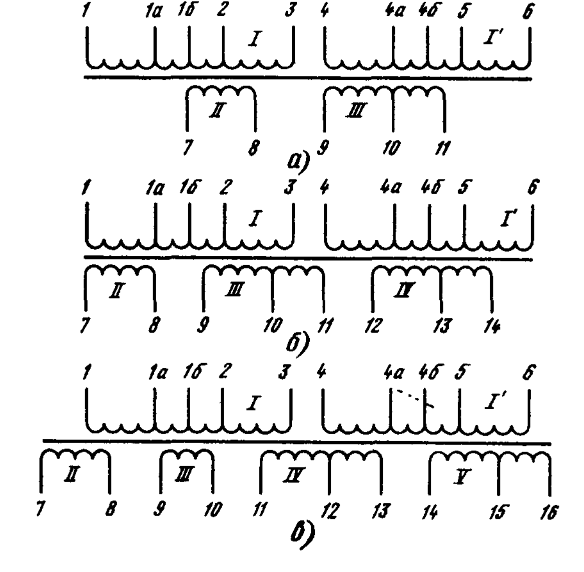


Рис. 9.2. Принципиальные электрические схемы унифицированных трансформаторов типа ТН на частоту 50 Гц:

а – с двумя вторичными обмотками; *б* – с тремя вторичными обмотками; *в* – с четырьмя вторичными обмотками

Таблица 9.7. **Конструктивные размеры унифицированных накальных трансформаторов на частоту 50 Гц**

Типоразмер магнитопровода	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	B, мм	H, мм	L, мм	d, мм	Масса, г, не более
ШЛ16×16		30		61				650
ШЛ16×20	3.4	35	46	65	72	68	M4	750
ШЛ16×25		40		70				850
ШЛ16×32		46		77				1000
ШЛ20×20		40		73				1200
ШЛ20×25		46	58	78	88	82		1450
ШЛ20×32		50		85				1700
ШЛ20×40	3.5	60		93			5,5	2100
ШЛ25×25		46		91				2300
ШЛ25×32		50	72	98	108	102		2750
ШЛ25×40		60		106				3300

Расположение выводов обмоток накальных трансформаторов в сочетании с маркировкой лепестков приведены в табл. 9.11.

Сопротивление изоляции между обмотками, а также между обмотками и корпусом в нормальных условиях не менее 1000 МОм. Сопротивление изоляции в значительной степени зависит от влажности и температуры окружающей среды. При относительной влажности 85 % при температуре +35 °С сопротивление изоляции снижается до 10 МОм. Выдержка трансформаторов в условиях относительной влажности до 95 % при температуре 40 °С в течение 10 суток приводит к снижению сопротивления изоляции между обмотками до 2 МОм. Максимальное напряжение между обмотками, каждой из обмоток и обмотками и корпусом при испытаниях в нормальных условиях приведено в табл. 9.4.

Накальные трансформаторы эксплуатируются в режимах, не превышающих значений, указанных в табл. 9.8 и 9.9. При этом допуск на напряжение сети не превышает +5 %.

Таблица 9.8. **Основные технические характеристики унифицированных накальных трансформаторов питания на частоту 50 Гц в режиме холостого хода**

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В			
				II	III	IV	V
ТН1-127/220-50	ШЛ16×16	8,8	0,13/0,0075	6,95	5,45/6,9	—	—
ТН2-127/220-50	ШЛ16×20	13,3	0,16/0,095	6,95	5,55/6,95	—	—
ТН3-127/220-50					5,55/7,05	—	—
ТН4-127/220-50	ШЛ16×25	20	0,21/0,12	6,95	5,5/6,95	—	—
ТН5-127/220-50	ШЛ16×32	30	0,26/0,15	6,85	5,5/6,85	—	—

Продолжение табл. 9.8

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В			
				II	III	IV	V
ТН6-127/220-50	ШЛ20×20	41	0,25/0,15	6,95	5,6/6,95	—	—
ТН7-127/220-50		42			5,6/7,1	—	—
ТН8-127/220-50	ШЛ20×25	58	0,31/0,18	6,95	5,6/6,95	—	—
ТН9-127/220-50							
ТН10-127/220-50	ШЛ20×32	77	0,38/0,22	6,85	5,6/6,9	—	—
ТН11-127/220-50	ШЛ20×40	98	0,44/0,255	6,75	5,4/6,75	—	—
ТН12-127/220-50	ШЛ16×16	8,7	0,13/0,0075	7	5,6/7,1	5,6/7,1	—
ТН13-127/220-50	ШЛ16×20	13,3	0,16/0,095	7,05	5,55/7,05	5,55/7,05	—
ТН14-127/220-50	ШЛ16×25	20	0,21/0,12	7,1	5,5/6,95	5,5/6,95	—
ТН15-127/220-50	ШЛ16×25	20	0,21/0,12	6,95	5,5/6,95	5,6/7,1	—
ТН16-127/220-50	ШЛ16×25	20	0,21/0,12	6,95	5,5/6,95	5,5/6,95	—
ТН17-127/220-50	ШЛ16×32	30	0,26/0,15	6,87	5,5/6,87	5,5/6,87	—
ТН18-127/220-50				7,04	5,66/7,04	5,66/7,04	—
ТН19-127/220-50				6,87	5,5/6,87	5,5/6,87	—
ТН20-127/220-50	ШЛ20×20	41	0,25/0,15	6,96	5,72/7,1	5,72/7,1	—
ТН21-127/220-50					5,6/7,1	5,6/7,1	-
ТН22-127/220-50		41,5		7,1	5,74/7,1	5,74/7,1	—
ТН23-127/220-50	ШЛ20×25	58	0,31/0,18	7	5,6/7,15	5,6/7,15	—
ТН24-127/220-50					5,6/7	5,6/7	—
ТН25-127/220-50					5,6/7,15	5,6/7,15	—
ТН26-127/220-50					5,6/7	5,6/7	—
ТН27-127/220-50	ШЛ20×32	77	0,38/0,22	6,9	5,6/6,9	5,6/6,9	—
ТН28-127/220-50							
ТН29-127/220-50	ШЛ20×40	98	0,44/0,255	6,75	5,4/6,75	5,4/6,75	—
ТН30-127/220-50	ШЛ16×20	13,3	0,16/0,095	7,05	7,05	5,65/7,15	5,65/7,15
ТН31-127/220-50	ШЛ16×25	20	0,21/0,12	7,1	7,1	5,6/7,1	5,6/7,1
ТН32-127/220-50				6,95	6,95		
ТН33-127/220-50				7,1	7,1		
ТН34-127/220-50	ШЛ16×32	30	0,26/0,15	6,86	6,86	5,5/6,86	5,5/6,86
ТН35-127/220-50					7,05	5,5/6,87	5,5/7,05
ТН36-127/220-50				6,87	6,87	5,5/7,1	5,6/7,1
ТН37-127/220-50	ШЛ20×20	41	0,25/0,15	7,25	7,1	5,6/7,1	5,6/7,1
ТН38-127/220-50					7,25	5,7/7,25	5,7/7,25
ТН39-127/220-50				7,1	7,1	5,77/7,25	5,7/7,25
ТН40-127/220-50				7,1		5,6/7,1	5,6/7,1
ТН41-127/220-50	ШЛ20×25	58	0,31/0,18	7,15	7,15	5,6/7,15	5,6/7,15
ТН42-127/220-50				6,96	6,96		
ТН43-127/220-50				7,15		5,6/6,96	5,6/6,96
ТН44-127/220-50				6,95	6,95	5,6/6,95	5,6/6,95
ТН45-127/220-50				7,15	7,15		
ТН46-127/220-50				6,96		5,6/7,15	5,6/7,15
ТН47-127/220-50	ШЛ20×25	58	0,31/0,18	7,15	7,15	5,6/7,15	5,6/7,15
ТН48-127/220-50				6,96			

Типономинал трансформатора	Типоразмер магнитопровода	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В			
				II	III	IV	V
ТН49-127/220-50					7,1		
ТН50-127/220-50	ШЛ20×32	77	0,38/0,22	6,9		5,6/6,9	5,6/6,9
ТН51-127/220-50					6,9		
ТН52-127/220-50				7,1			
ТН53-127/220-50				7		5,4/7	5,4/7
ТН54-127/220-50							
ТН55-127/220-50	ШЛ20×40	98	0,44/0,255				
ТН56-127/220-50				6,75	6,75	5,4/6,75	5,4/6,75
ТН57-127/220-50							
ТН58-127/220-50 ТН59-127/220-50	ШЛ25×25	122	0,45/0,26	7	7	5,5/7	5,5/7
ТН60-127/220-50	ШЛ25×32	152	0,53/0,31	6,72	6,72	5,4/6,72	5,4/6,72
ТН61-127/220-50	ШЛ25×40	190	0,64/0,37	6,7	6,7	5,35/6,7	5,35/6,7

Т а б л и ц а 9.9. **Электрические параметры накальных унифицированных трансформаторов на частоту 50 Гц в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А			
		II	III	IV	V	II	III	IV	V
ТН1-127/220-50	0,105/0,06			—	—	0,6	0,8	—	—
ТН2-127/220-50	0,15/0,87			—	—	0,1	2	—	—
ТН3-127/220-50				—	—	0,25	1,8	—	—
ТН4-127/220-50	0,21/0,12			—	—	1,65	1,65	—	—
ТН5-127/220-50	0,3/0,17			—	—	0,48	4,3	—	—
ТН6-127/220-50	0,4/0,23	6,3	5/6,3	—	—	0,43	6	—	—
ТН7-127/220-50				—	—	3,3	3,3	—	—
ТН8-127/220-50	0,53/0,32			—	—	4,6	4,6	—	—
ТН9-127/220-50				—	—	0,5	8,6	—	—
ТН10-127/220-50	0,68/0,4			—	—	6	6	—	—
ТН11-127/220-50	0,88/0,51			—	—	7,8	7,8	—	—
ТН12-127/220-50	0,105/0,06					0,37	0,51	0,31	—
ТН13-127/220-50	0,15/0,08					0,71	0,71	0,71	—
ТН14-127/220-50						1,4	0,92	0,92	
—ТН15-127/220-50	0,21/0,12					0,92	1,13	1,13	—
ТН16-127/220-50						0,8	1,2	1,2	—
ТН17-127/220-50						0,8	2	2	—
ТН18-127/220-50	0,3/0,17					3,3	0,8	0,8	—
ТН19-127/220-50						0,8	1,75	2,4	—
ТН20-127/220-50						0,9	2,8	2,8	—
ТН21-127/220-50	0,4/0,23	6,3	5/6,3	5/6,3	—	1,9	1	4,5	—
ТН22-127/220-50						3,8	1,4	1,4	—
ТН23-127/220-50						1,4	3,9	3,9	—
ТН24-127/220-50	0,53/0,32					6,3	1,4	1,4	—
ТН25-127/220-50						5,6	1,8	1,8	—
ТН26-127/220-50						1,6	2,7	2,7	—
ТН27-127/220-50	0,68/0,4					0,73	3,7	7,8	—
ТН28-127/220-50						1,8	4,8	5,7	—
ТН29-127/220-50	0,88/0,52					2,2	4,5	9,1	—
ТН30-127/220-50	0,15/0,087					0,55	0,55	0,55	0,55
ТН31-127/220-50						2,8	0,127	0,27	0,127
ТН32-127/220-50	0,21/0,12					0,65	0,65	1	1
ТН33-127/220-50						0,2	1	1	1

Окончание табл. 9.9

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А			
		II	III	IV	V	II	III	IV	V
ТН34-127/220-50						2,4	0,8	0,8	0,8
ТН35-127/220-50	0,3/0,17					1	2	0,85	0,85
ТН36-127/220-50						1,2	1,2	1,2	1,2
ТН37-127/220-50						4	0,85	0,85	0,85
ТН38-127/220-50						0,85	2,8	1,4	1,4
ТН39-127/220-50	0,4/0,23	6,3	6,3	5/6,3	5/6,3	0,8	0,8	2,4	2,4
ТН40-127/220-50						2,8	1,2	1,2	1,2
ТН41-127/220-50						0,6	1,3	2,9	4,4
ТН42-127/220-50						1,4	2,6	2,6	2,6
ТН43-127/220-50	0,53/0,32					4,7	1,5	1,5	1,5
ТН44-127/220-50						0,86	2,16	3	3
ТН45-127/220-50						2,64	4,7	0,95	0,95
ТН46-127/220-50						2,3	2,3	2,3	2,3
ТН47-127/220-50						0,92	3,5	2,4	2,4
ТН48-127/220-50						2,4	4,8	1	1
ТН49-127/220-50						1,43	4,9	2,9	2,9
ТН50-127/220-50	0,68/0,4					1,6	5,6	2,5	2,5
ТН51-127/220-50						1,5	1,5	4,7	4,7
ТН52-127/220-50						0,45	5,9	3	3
ТН53-127/220-50						0,82	3,2	5,7	5,7
ТН54-127/220-50		6,3	6,3	5/6,3	5/6,3	2,2	4,45	4,45	4,45
ТН55-127/220-50	0,88/0,51					0,76	0,76	7	7
ТН56-127/220-50						5,4	3,4	3,4	3,4
ТН57-127/220-50						1,64	3	5,5	5,5
ТН58-127/220-50	1,1/0,63					2,7	5,5	5,5	5,5
ТН59-127/220-50						1,8	4,3	6,6	6,6
ТН60-127/220-50	1,5/0,85					5,9	5,9	6,1	6,1
ТН61-127/220-50	1,66/0,95					6,1	8	8	8

Таблица 9.10. **Варианты подключения унифицированных накальных трансформаторов к сети переменного тока частотой 50 Гц**

Напряжение сети, В	Варианты соединения выводов	Выводы, на которые подается напряжение сети	Напряжения на отводах первичной обмотки, В
127	1–4, 3–6	1–3 (4–6)	3,2; 6,3; 110 для ТН61 3,35 В вместо 3,2 В
220	2–4	1–5	—

При пайке внешнего монтажа к лепесткам трансформатора не должно быть затекания флюса и припоя на защитное покрытие. Длительность пайки не должна быть более 5 с при мощности паяльника до 80 В·А. К одному контактному лепестку подпаивается не более двух проводов, в том числе выводов подвесных ЭРЭ. Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и нарушение изоляционного покрытия около лепестков в результате пайки не допускаются. Монтажные провода перед пайкой на лепестки должны быть механически закреплены. Пайка встык и внахлест не допускается. Накальные трансформаторы выдерживают без обрывов в обмотках и изменения основные электрических параметров многократное циклическое воздействие температур −60 и +85 °С.

Таблица 9.11. **Сочетания расположения выводов и маркировки лепестков унифицированных накальных трансформаторов на частоту 50 Гц**

Типономинал трансформатора	Расположение выводов при маркировке лепестков										
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м
ТН1-127/220-50	—	—	7	8	11	—	—	—	9	10	—
ТН2-127/220-50	—	—	7	9	10	—	—	—	8	11	—
ТН3-127/220-50	—	—	7	9	10	—	—	—	8	11	—
ТН4-127/220-50	—	7	9	8	11	—	—	—	10	—	—

Типономинал трансформатора	Расположение выводов при маркировке лепестков										
	а	б	в	г	д	е	ж	и	к	л	м
ТН5-127/220-50	—	—	7	9	10	—	—	—	8	11	—
ТН6-127/220-50	—	—	7	9	10	—	—	—	8	11	—
ТН7-127/220-50	—	—	7	9	10	—	—	—	8	11	—
ТН8-127/220-50	—	7	9	8	11	—	—	10	—	—	—
ТН9-127/220-50	—	—	7	8	—	—	—	9	10	11	—
ТН10-127/220-50	—	7	9	8	11	—	—	—	10	—	—
ТН11-127/220-50	—	—	7	8	10	—	—	—	8	11	—
ТН12-127/220-50	—	7	8	10	13	—	—	9	12	11	14
ТН13-127/220-50	—	7	8	10	13	—	—	9	12	11	14
ТН14-127/220-50	—	7	8	9	12	—	—	10	13	11	14
ТН15-127/220-50	—	7	8	10	13	—	—	9	12	11	14
ТН16-127/220-50	—	7	8	10	13	—	—	9	12	11	14
ТН17-127/220-50	—	7	9	12	11	14	—	8	10	13	—
ТН18-127/220-50	—	8	10	13	11	14	—	7	9	12	—
ТН19-127/220-50	—	7	9	12	11	14	—	7	10	13	—
ТН20-127/220-50	—	9	12	11	14	—	—	7	8	10	13
ТН21-127/220-50	—	7	9	12	13	—	—	14	11	8	10
ТН22-127/220-50	—	9	12	11	14	—	—	7	8	10	13
ТН23-127/220-50	—	9	12	11	14	—	—	7	8	10	13
ТН24-127/220-50	—	7	8	9	12	—	—	10	13	11	14
ТН25-127/220-50	—	7	8	9	12	—	—	10	13	11	14
ТН26-127/220-50	—	9	12	11	14	—	—	7	8	10	13
ТН27-127/220-50	—	7	9	12	11	14	—	8	10	13	—
ТН28-127/220-50	—	8	10	13	11	14	—	7	9	12	—
ТН29-127/220-50	—	7	9	12	14	—	—	8	10	13	11
ТН30-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН31-127/220-50	—	7	13	16	12	15	8	9	10	11	14
ТН32-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН33-127/220-50	—	7	11	14	13	16	8	9	10	12	15
ТН34-127/220-50	—	7	8	9	11	14	10	12	15	13	16
ТН35-127/220-50	—	7	13	16	12	15	9	10	8	11	14
ТН36-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН37-127/220-50	7	9	13	16	12	15	8	10	11	14	—
ТН38-127/220-50	9	10	7	13	16	12	8	11	14	15	—
ТН39-127/220-50	8	10	11	14	13	16	7	9	12	15	—
ТН40-127/220-50	9	10	13	16	12	15	7	8	11	14	—
ТН41-127/220-50	—	7	9	11	14	12	8	10	13	16	15
ТН42-127/220-50	—	9	13	16	12	15	7	8	10	11	14
ТН43-127/220-50	—	7	8	9	11	14	10	12	15	13	16
ТН44-127/220-50	—	9	13	16	12	15	7	8	10	11	14
ТН45-127/220-50	—	7	9	10	11	14	8	12	15	13	16
ТН46-127/220-50	—	7	10	11	14	15	9	8	13	16	12
ТН47-127/220-50	—	9	13	16	12	15	7	8	10	11	14
ТН48-127/220-50	—	7	12	15	13	16	8	9	10	11	14
ТН49-127/220-50	—	7	10	13	16	15	8	9	11	14	12
ТН50-127/220-50	—	7	13	16	12	15	8	9	10	11	14
ТН51-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН52-127/220-50	—	7	13	16	12	15	8	9	10	11	14
ТН53-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН54-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН55-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН56-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН57-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН58-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН59-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН60-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15
ТН61-127/220-50	—	7	9	13	16	12	8	10	11	14	15

9.3. Трансформаторы питания анодно-накальные

Однофазные унифицированные анодно-накальные трансформаторы мощностью 36...440 В·А на напряжение сети переменного тока 127 и 220 В с частотой 50 Гц и напряжением анодных обмоток 28...1260 В на токи нагрузки 25...1000 мА и накальных обмоток с выходным напряжением 6,3 В (отвод 5 В) на токи нагрузки от 0,7 до 11,5 А предназначены для питания цепей РЭА, в которой применяются электровакуумные и полупроводниковые приборы.

Изготавливают трансформаторы на стержневых и броневых магнитопроводах унифицированной конструкции, основные электромагнитные параметры и конструктивные размеры которых рассмотрены во второй главе справочника.

Общий вид, габаритные и установочные размеры анодно-накальных трансформаторов на частоту 50 Гц показаны на рис. 3.5 и 3.6. Конструктивные размеры и масса трансформаторов приведены в табл. 9.12.

Основные электрические параметры и технические характеристики анодно-накальных трансформаторов на частоту 50 Гц в режиме номинальной нагрузки приведены в табл. 9.13. Основные технические характеристики трансформаторов в режиме холостого хода приведены в табл. 9.14.

Электрические принципиальные схемы трансформаторов броневой и стержневой конструкций даны на рис. 9.3.

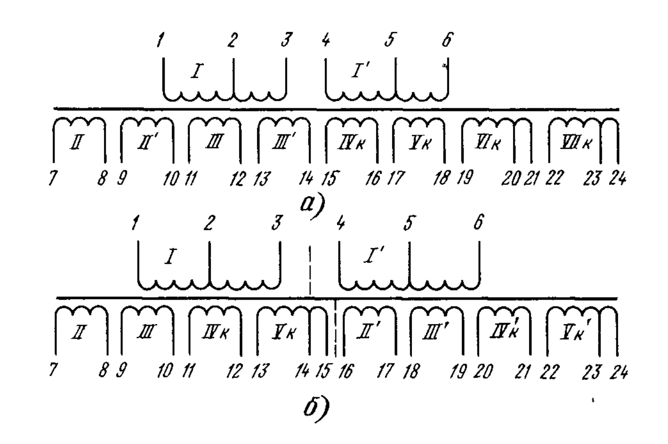


Рис. 9.3. Принципиальные электрические схемы анодно-накальных трансформаторов унифицированной конструкции на частоту 50 Гц броневой (*а*) и стержневой (*б*) конструкций

Однофазные анодно-накальные трансформаторы питания РЭА в зависимости от расположения трансформаторов на шасси изготавливают двух конструкций: броневой – при вертикальном расположении и стержневой – при горизонтальном расположении.

Таблица 9.12. **Конструктивные размеры унифицированных анодно-накальных трансформаторов на частоту 50 Гц**

Типоразмер магнитопровода	Номер рисунка	A, мм	A_1, мм	A_2, мм	B, мм	H, мм	L, мм	d, мм	l, мм	Масса, г, не более
ШЛ20×20		40			73					1200
ШЛ20×25		46			78	88	82			1450
ШЛ20×32	3.5	50	58	—	85			5,5	—	1700
ШЛ20×40		60			93					2100
ШЛ25×25		46	72		91	108	102			2300
ПЛ16×32-80		100	50	68	70	91	126		8	2450
ПЛ20×40-50		74					105			2950
ПЛ20×40-60	3.6	84	60	85	85	113	115	6,5	9	3400
ПЛ20×40-100		124					155			4750
ПЛ25×50-80		114	75	110	103	139	145			6300

Таблица 9.13. **Электрические параметры унифицированных анодно-накальных трансформаторов на частоту 50 Гц в режиме номинальной нагрузки**

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А			
		II, II^1	III, III^1	IVк, Vк	VIк, VIIк	II, II^1	III, III^1	IVк, Vк	VIк, VIIк
ТАН1-127/220-50		28	28	6,3		0,24	0,19	0,24	
ТАН2-127/220-50		56	40	16		0,095	0,14	0,14	
ТАН3-127/220-50			56	12,6		0,104	0,104	0,104	
ТАН4-127/220-50		80	80	20		0,075	0,07	0,075	
ТАН5-127/220-50			56	24		0,07	0,095	0,095	

Продолжение табл. 9.13

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А			
		II, II[1]	III, III[1]	IVк, Vк	VIк, VIIк	II, II[1]	III, III[1]	IVк, Vк	VIк, VIIк
ТАН6-127/220-50	0,37/0,215	125	112	13	5/6,3	0,055	0,048	0,055	0,8
ТАН7-127/220-50		180		20		0,036	0,05	0,05	
ТАН8-127/220-50		160	140			0,04	0,04	0,04	
ТАН9-127/220-50		315	125	25		0,025	0,035	0,35	
ТАН10-127/220-50		200	180	20		0,032	0,032	0,032	
ТАН11-127/220-50		250	224	26		0,026	0,026	0,026	0,8
ТАН12-127/220-50		224	125	25		0,032	0,4	0,4	
ТАН13-127/220-50		28	28	6,3		0,34	0,25	0,34	
ТАН14-127/220-50		56	40	16		0,14	0,185	0,185	
ТАН15-127/220-50				12,6		0,15	0,14	0,15	
ТАН16-127/220-50		80	56	24		0,09	0,15	0,15	
ТАН17-127/220-50			80	20		0,12	0,08	0,12	
ТАН18-127/220-50		125	112	13		0,08	0,063	0,08	
ТАН19-127/220-50	0,5/0,29	180			5/6,3	0,056	0,06	0,06	1,05
ТАН20-127/220-50		160	140	20		0,053			
ТАН21-127/220-50		200	180			0,047	0,045	0,047	
ТАН22-127/220-50		224	125	25		0,043	0,057	0,057	
ТАН23-127/220-50		315				0,035	0,05	0,05	
ТАН24-127/220-50		250	224	26		0,035	0,038	0,038	
ТАН25-127/220-50		315	280	35		0,028	0,03	0,03	
ТАН26-127/220-50		355	200	25		0,03	0,034	0,034	
ТАН27-127/220-50	0,6/0,35	28	28	6,3		0,35	0,29	0,35	1,6
ТАН28-127/220-50		56	40	16		0,16	0,2	0,2	
ТАН29-127/220-50			56	12,6		0,175	0,145	0,175	
ТАН30-127/220-50		80		24		0,1	0,15	0,15	
ТАН31-127/220-50			80	20			0,1	0,12	
ТАН32-127/220-50		125	112	13		0,087	0,073	0,087	
ТАН33-127/220-50		180		20		0,063	0,065	0,065	
ТАН34-127/220-50		160	140			0,065	0,06	0,065	1,6
ТАН35-127/220-50		224	125	25		0,045	0,065	0,065	
ТАН36-127/220-50		200	180	20		0,05	0,05	0,05	
ТАН37-127/220-50		250	224	26		0,04	0,04	0,04	
ТАН38-127/220-50		315	125	25		0,043	0,04	0,043	
ТАН39-127/220-50			280	35	5/6,3	0,032	0,032	0,032	
ТАН40-127/220-50			200	25		0,029	0,043	0,043	
ТАН41-127/220-50		28	28	6,3		0,475	0,375	0,475	
ТАН42-127/220-50		56	40	16		0,21	0,27	0,27	
ТАН43-127/220-50	0,77/0,48		56	12,6		0,23	0,2	0,23	1,9
ТАН44-127/220-50		80		24		0,14	0,2	0,2	
ТАН45-127/220-50			80	20		0,16	0,14	0,16	

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А			
		II, II1	III, III1	IVк, Vк	VIк, VIIк	II, II1	III, III1	IVк, Vк	VIк, VIIк
ТАН46-127/220-50	0,77/0,48	125	112	13		0,118	0,096	0,118	1,9
ТАН47-127/220-50		180		20		0,088	0,083	0,088	
ТАН48-127/220-50		160	140			0,084	0,084	0,084	
ТАН49-127/220-50		224	125	25		0,062	0,085	0,085	
ТАН50-127/220-50		200	180	20		0,065	0,07	0,07	
ТАН51-127/220-50		250	224	26		0,054	0,054	0,054	
ТАН52-127/220-50		315	125	25		0,043	0,09	0,09	
ТАН53-127/220-50			280	35		0,043	0,043	0,043	
ТАН54-127/220-50		355	200	25		0,035	0,064	0,064	
ТАН55-127/220-50	0,95/0,55	28	28	6,3	5/6,3	0,605	0,485	0,605	2,45
ТАН56-127/220-50		56	40	16		0,29	0,33	0,33	
ТАН57-127/220-50			56	12,6		0,3	0,25	0,3	
ТАН58-127/220-50		80		24		0,195	0,24	0,24	
ТАН59-127/220-50			80	20		0,2	0,18	0,2	
ТАН60-127/220-50		125	112	13		0,15	0,125	0,15	
ТАН61-127/220-50		180		20		0,1	0,125	0,125	
ТАН62-127/220-50		160	140			0,11	0,105	0,105	
ТАН63-127/220-50		224	125	25		0,08	0,11	0,11	
ТАН64-127/220-50		200	180	20		0,083	0,09	0,09	
ТАН65-127/220-50		250	224	26		0,065	0,073	0,073	
ТАН66-127/220-50		315	125	25		0,055	0,115	0,115	2,45
ТАН67-127/220-50			280	35		0,045	0,065	0,065	
ТАН68-127/220-50		355	200	25		0,053	0,07	0,07	
ТАН69-127/220-50	1,14/0,66	28	28	6,3		0,68	0,71	0,71	2,8
ТАН70-127/220-50		56	40	16		0,3	0,47	0,47	
ТАН71-127/220-50			56	12,6		0,295	0,39	0,39	
ТАН72-127/220-50		80		24		0,21	0,33	0,33	
ТАН73-127/220-50			80	20	5/6,3	0,24	0,24	0,24	
ТАН74-127/220-50		125	112	13		0,18	0,165	0,18	
ТАН75-127/220-50		180		20		0,13	0,15	0,15	
ТАН76-127/220-50		160	140				0,14	0,14	
ТАН77-127/220-50		224	125	25		0,1	0,13	0,13	
ТАН78-127/220-50		200	180	20		0,105	0,11	0,11	
ТАН79-127/220-50		250	224	26		0,086	0,088	0,088	
ТАН80-127/220-50		315	125	25		0,07	0,14	0,14	
ТАН81-127/220-50		355	280	35		0,065	0,072	0,072	
ТАН82-127/220-50			200	25		0,065	0,09	0,09	
ТАН104-127/220-50		28	28	6,3		0,89	0,9	0,9	

Окончание табл. 9.13

Типономинал трансформатора	Ток первичной обмотки, А	Напряжение вторичных обмоток, В				Ток вторичных обмоток, А			
		II, II[1]	III, III[1]	IVк, Vк	VIк, VIIк	II, II[1]	III, III[1]	IVк, Vк	VIк, VIIк
ТАН105-127/220-50		56	40	16		0,47	0,525	0,525	
ТАН106-127/220-50			56	12,6		0,4	0,49	0,49	
ТАН107-127/220-50		80		24		0,29	0,41	0,41	
ТАН108-127/220-50			80	20		0,26	0,35	0,35	
ТАН109-127/220-50		125	112	13		0,23	0,215	0,23	
ТАН110-127/220-50	1,4/0,82	180		20		0,17	0,19	0,19	3,3
ТАН111-127/220-50		160	140				0,18	0,18	
ТАН112-127/220-50		224	125	25	5/6,3	0,12	0,19	0,19	
ТАН113-127/220-50		200	180	20		0,14	0,14	0,14	
ТАН114-127/220-50		250	224	26		0,11	0,115	0,115	
ТАН115-127/220-50		315	125	25		0,087	0,19	0,19	
ТАН116-127/220-50			280	35		0,085	0,092	0,092	
ТАН117-127/220-50		355	200	25		0,08	0,125	0,125	
ТАН118-127/220-50		125	112	13		0,26	0,28	0,28	
ТАН119-127/220-50	1,74/1	180		20		0,21	0,22	0,22	4,35
ТАН120-127/220-50		160	140			0,205	0,218	0,218	
ТАН121-127/220-50		224	125	25		0,175	0,19	0,19	
ТАН122-127/220-50		200	180	20		0,163	0,175	0,175	
ТАН123-127/220-50		250	224	26		0,13	0,14	0,14	
ТАН124-127/220-50		315	125	25		0,14	0,155	0,155	
ТАН125-127/220-50		125	112	13		0,42	0,42	0,42	
ТАН126-127/220-50		180		20		0,335	0,37	0,37	
ТАН127-127/220-50		160	140				0,325	0,325	
ТАН128-127/220-50		224	125	25		0,31	0,24	0,31	
ТАН129-127/220-50	2,5/1,45	200	180	20		0,27	0,255	0,27	5
ТАН130-127/220-50		315	280	35		0,165	0,18	0,18	
ТАН131-127/220-50		250	224		5/6,3	0,21	0,215	0,215	
ТАН132-127/220-50		315	125	25		0,215	0,255	0,255	
ТАН133-127/220-50		355	200			0,16	0,22	0,22	
ТАН134-127/220-50		200	180	20		0,4	0,4	0,4	
ТАН135-127/220-50		250	224	26		0,32	0,32	0,32	
ТАН136-127/220-50	3,9/2,3	280	315	35		0,24	0,265	0,265	10
ТАН137-127/220-50		315	125	25		0,4	0,2	0,4	
ТАН138-127/220-50		355	200			0,285	0,25	0,285	

Таблица 9.14. **Основные технические характеристики унифицированных анодно-накальных трансформаторов на частоту 50 Гц в режиме холостого хода**

Типономинал трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В					
			II	II[1]	III	III[1]	IVк, Vк	VIк, VIIIк
ТАН1-127/220-50	36	0,25/0,15	30,6	30,8	31,2	31,4	6,93	5,58/7,06
ТАН2-127/220-50			61,1	61,2	44	44,3	17,7	
ТАН3-127/220-50			61,5	61,7	61,8	62,1	14	
ТАН4-127/220-50			87,2	87,6	89	89,4	22,2	
ТАН5-127/220-50			87,1	87,3	61,4	61,4	26,5	
ТАН6-127/220-50			139	140	125,9	126,2	14,7	
ТАН7-127/220-50			201	202	124,7	125,2	22,47	
ТАН8-127/220-50			178	178,7	155,1	155,8	22,6	
ТАН9-127/220-50			351	353	140,2	141	28,3	
ТАН10-127/220-50			221	222	203	204	22,8	
ТАН11-127/220-50			279	281	252	257	29,5	
ТАН12-17/220-50			245	246	138	138,5	27,9	
ТАН13-127/220-50	50	0,32/0,18	30,4	30,5	31	31	6,9	5,72/7,07
ТАН14-127/220-50			61,2	61,4	44,2	44,2	18,2	
ТАН15-127/220-50			61,3	61,4	61,3	61,4	13,9	
ТАН16-127/220-50			87	87,2	62	62,2	26,8	
ТАН17-127/220-50			87,6	88	88,1	88,2	22,2	
ТАН18-127/220-50			137	138	124	124	14,4	
ТАН19-127/220-50			197	198	125	125,4	22,4	
ТАН20-127/220-50			175	176	155	156	22,4	
ТАН21-127/220-50			220	221	200	200	22,4	
ТАН22-127/220-50			247	248	140	140	28,1	
ТАН23-127/220-50			346	348	140	140	27,9	
ТАН24-127/220-50			274	276	249	250	29,4	
ТАН25-127/220-50			347	348	312	313	39,2	
ТАН26-127/220-50			387	388	219	220	27,6	
ТАН27-127/220-50	60	0,4/0,23	30,2	30,4	30,6	30,6	6,95	5,43/6,95
ТАН28-127/220-50			60	60	43,2	43,2	17,4	
ТАН29-127/220-50			60,2	60,4	60,7	60,7	13,7	
ТАН30-127/220-50			86,2	86,5	60,8	61	26,3	
ТАН31-127/220-50			85,6	86	86	86,1	21,7	
ТАН32-127/220-50			134	134,9	121,2	121,6	14,2	
ТАН33-127/220-50			194	195,8	121	121	21,7	
ТАН34-127/220-50			173	173	151,5	153	21,7	
ТАН35-127/220-50			242	242,5	135,5	136	27,1	
ТАН36-127/220-50			217	218	196	197	21,9	
ТАН37-127/220-50			269	270	242	242	28,2	
ТАН38-127/220-50			338	340	135	136	27,2	
ТАН39-127/220-50			338	340	302	304	38	
ТАН40-127/220-50			384	385	219	219	27,3	
ТАН41-127/220-50	78	0,49/0,28	30,2	30,5	30,8	31	7	5,4/7
ТАН42-127/220-50			61	61	43	43	17,3	
ТАН43-127/220-50			61	61	61	61	13,5	
ТАН44-127/220-50			85,6	85,6	60,2	60,2	25,8	
ТАН45-127/220-50			87	87	87	87	22	
ТАН46-127/220-50			136	136,2	122	122	14,3	
ТАН47-127/220-50			195	197	122	122	21,6	
ТАН48-127/220-50			174	174,5	149,5	150	22	
ТАН49-127/220-50			240	241	135,5	135,5	27	
ТАН50-127/220-50			214,5	215	194,5	195	21,7	
ТАН51-127/220-50			272	272,5	245	245	28,6	
ТАН52-127/220-50			335	336	134	134,2	27	
ТАН53-127/220-50			344	345	307	307	38,4	
ТАН54-127/220-50			378	378	215	215	27,3	

Продолжение табл. 9.14

Типономинал трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В					
			II	II[1]	III	III[1]	IVк, Vк	VIк, VIIIк
ТАН55-127/220-50			30,4	30,4	30,6	30,6	6,35	
ТАН56-127/220-50			60,4	60,4	43,5	43,5	17,5	
ТАН57-127/220-50			61	61,4	61,4	61,5	13,9	
ТАН58-127/220-50			86	86,5	61	61	26,1	
ТАН59-127/220-50	100	0,47/0,27	86,2	86,5	86,8	87	21,7	5,5/7
ТАН60-127/220-50			136	136	122	122	14,1	
ТАН61-127/220-50			194	195	122	122	21,8	
ТАН62-127/220-50			172	173	152	153	22	
ТАН63-127/220-50			241	243	137	137	27,2	
ТАН64-127/220-50			215	216	197	198	22	
ТАН65-127/220-50			266	267	242	242	28	
ТАН66-127/220-50			340	341	136	137	27,2	
ТАН67-12/220-50			339	340	306	306	38,6	
ТАН68-127/220-50			381	383	219	219	27,4	
ТАН69-127/220-50			31,5	31,5	31,6	31,6	7,2	
ТАН70-127/220-50			63	63	46	46	10,5	
ТАН71-127/220-50			65,5	65,5	65,7	65,7	14,8	
ТАН72-127/220-50			91	91	64	64	28,1	
ТАН73-127/220-50			93	93	93,5	93,5	23,3	
ТАН74-127/220-50			145	145	129	129	15,2	
ТАН75-127/220-50	122	0,5/0,29	208	208	132	132	23,6	5,77/7,2
ТАН76-127/220-50			178	178	157	157	22,4	
ТАН77-127/220-50			246	246	140	140	27,9	
ТАН78-127/220-50			224	224	202	202	22,6	
ТАН79-127/220-50			278	278	251	251	29,2	
ТАН80-127/220-50			352	352	140	140	28	
ТАН81-127/220-50			351	351	315	315	39,6	
ТАН82-127/220-50			396	396	226	226	28,3	
ТАН104-127/220-50			29,6	29,6	29,6	29,6	6,55	
ТАН105-127/220-50			59	59	42	42	16,9	
ТАН106-127/220-50			59	59	59,8	59,8	23,6	
ТАН107-127/220-50			84,5	84,5	59	59	25,3	
ТАН108-127/220-50			84,5	84,5	85	85	21,2	
ТАН109-127/220-50			132	132	120	120	13,8	
ТАН110-127/220-50	153	0,57/0,33	189	189	119	119	21,5	5,45/6,8
ТАН111-127/220-50			168	168	148	148	21,3	
ТАН112-127/220-50			235	235	133	133	26,6	
ТАН113-127/220-50			212	212	190	190	21,5	
ТАН114-127/220-50			265	265	238	238	27,7	
ТАН115-127/220-50			333	333	133	133	26,6	
ТАН116-127/220-50			330	330	296	296	36,6	
ТАН117-127/220-50			374	374	211	211	26,4	
ТАН118-127/220-50			135	135	121	121	14	
ТАН119-127/220-50	190	0,67/0,39	193	193	121	121	21,6	5,55/6,9
ТАН120-127/220-50			171	171	150	150	21,5	
ТАН121-127/220-50			240	240	135	135	27,2	
ТАН122-127/220-50			213	213	193	193	21,6	
ТАН123-127/220-50			268	268	241	241	28	
ТАН124-127/220-50			336	336	134	134	17	
ТАН125-127/220-50			135	135	121	121	13,5	
ТАН126-127/220-50			194	194	121	121	22	
ТАН127-127/220-50			171	171	150	150	21,5	
ТАН128-127/220-50			240	240	135	135	27	
ТАН129-127/220-50	280	0,85/0,52	215	215	192	192	21,8	5,5/6,9

Окончание табл. 9.14

Типономинал трансформатора	Мощность номинальная, В·А	Ток, А	Напряжение вторичных обмоток, В					
			II	II[1]	III	III[1]	IVк, Vк	VIк, VIIIк
ТАН130-127/220-50			338	338	304	304	38	
ТАН131-127/220-50			271	271	242	242	27	
ТАН132-127/220-50			340	340	135	135	27,1	
ТАН133-127/220-50			380	380	216	216	27	
ТАН134-127/220-50			211	211	190	190	21,5	
ТАН135-127/220-50			260	260	238	238	27,5	
ТАН136-127/220-50	440	1,18/0,7	295	295	334	334	37	5,6/6,9
ТАН137-127/220-50			331	331	132	132	26,6	
ТАН138-127/220-50			375	375	212	212	26,6	

Сопротиаление изоляции между обмотками, а также между обмотками и корпусом трансформатора в нормальных условиях не менее 1000 МОм. Сопротивление изоляции между обмотками стержневых трансформаторов не устанавливается. Максимальное напряжение между обмотками и обмотками и магнитопроводом и каждой из обмоток в нормальных условиях испытаний приведено в табл. 9.4.

Анодно-накальные трансформаторы питания эксплуатируют в режимах и условиях, не превышающих установленных в табл. 9.13 и 9.14 и в первом параграфе настоящей главы. При этом допуск на напряжение сети не должен превышать + 5 %.

Варианты подключения анодно-накальных трансформаторов к сети переменного тока напряжением 127 или 220 В с частотой 50 Гц приведены в табл. 9.15.

При пайке внешнего монтажа к лепесткам трансформатора не должно быть затекания флюса и припоя на защитное покрытие. Длительность пайки не должна превышать 5...8 с паяльником мощностью 60...80 В·А. К одному контактному лепестку подпаивается не более двух проводов, в том числе выводов подвесных ЭРЭ. Отгиб лепестков, перепайка лепестков более трех раз и нарушение изоляционного слоя покрытия около лепестков в результате пайки не допускаются. Монтажные провода перед пайкой на лепестки должны быть механически закреплены. Пайка встык и внахлест не допускается. Трансформаторы выдерживают без обрывов в обмотках и

Таблица 9.15. **Варианты подключения унифицированных анодно-накальных трансформаторов на частоту 50 Гц**

Напряжение сети, В	Стержневые трансформаторы			Броневые трансформаторы		
	варианты соединений выводов	номера выводов, на которые подается напряжение сети	напряжения на отводах первичной обмотки, В	варианты соединений выводов	номера выводов, на которые подается сетевое напряжение сети	напряжения на отводах первичной обмотки, В
127	1–4 2–6	1–3 (4–6)	110	1–6 3–4	1–3 (6–4)	110
220	2–4	1–5	–	2–5	1–4	–

существенного изменения основных электрических характеристик многократное циклическое воздействие температур −60 и 85 °С.

ОГЛАВЛЕНИЕ